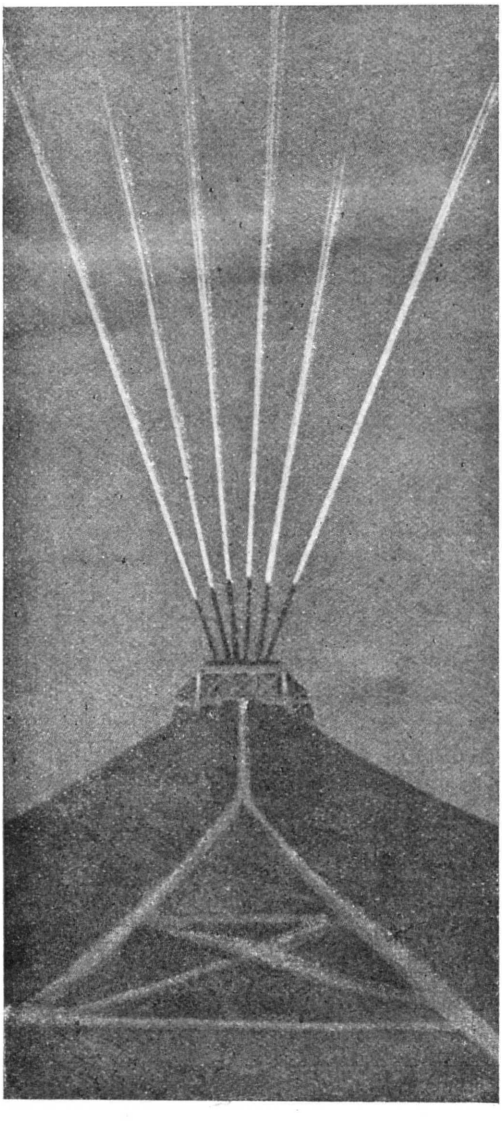
PROF. ANG. ULIVO

RADIOTELEFONIA

per i Dilettanti



Spiegazioni semplici ed elementari sulla radiotelefonia - Tecnica, costruzione e montaggio degli apparecchi riceventi e trasmettenti

G. LAVAGNOLO
Editore - Torino
1926

Proprietà letteraria

Tip. Emilio Bono - Via S. Paolo, 12 (Borgo S. Paolo) - Torino

PREFAZIONE

Non si può dire che in Italia manchino le pubblicazioni di radiotelefonia; nelle vetrine delle librerie, nei chioschi dei giornalai, ovunque vediamo a profusione opere e riviste col magico segno T. S. F.

Perciò non è mia intenzione rifare ciò che gli altri hanno già fatto, talvolta con ottimo risultato e con diligenza, scrivendo un corso di radio più o meno tecnico. Questo libro si indirizza invece al giovane dilettante, a colui che vuole costruirsi l'apparecchio con le proprie mani senza spendere troppo tempo e senza studiare profondamente questa nuova e bellissima scienza.

Invero lo studio della radiotecnica non è di quelli che si possano prendere sottogamba, ma richiede un bagaglio di cognizioni, specie matematiche, che non a tutti è dato di possedere.

Ma poichè il dilettante è una persona intelligente, che non si accontenta di accozzare alla meglio in una cassetta i vari organi di un apparecchio, così ho creduto bene spiegare con semplicità gli elementi della radio, sfrondandoli per quanto è stato possibile, da ogni formula e da ogni difficoltà.

Più che altro ho mirato a spiegare i fatti fisici in sè stessi, altre opere, di altro valore, ne daranno la teoria quantitativa e matematica.

Così il dilettante sarà in grado di capire il funzionamento del proprio apparecchio e sarà poco male se ignorerà le aride formule, che del resto sono tutt'altro che definitive e danno luogo a continue discussioni.

Una breve esposizione delle teorie attuali della fisica e dell'elettrotecnica permetterà al Lettore di famigliarizzarsi con idee ed espressioni tecniche che ora stanno diventando moneta corrente anche per il grosso pubblico.

Così inteso lo studio della radioelettricità è dei più divertenti e anche l'elettricista provetto vi troverà un aspetto nuovo e talvolta sconcertante dei fenomeni elettrici che gli sono famigliari.

La radiotelefonia ha dato luogo ad una specie di febbre, ad un grande bisogno di comprendere che si manifesta in tutte le Nazioni e in tutte le classi sociali. Per nessun'altra invenzione si è visto nulla di simile.

Crediamo infatti che a nessuno venga in mente di costruirsi un fonografo, una macchina fotografica, ecc. Contiamo invece migliaia di persone capaci di comprendere e di realizzare uno schema di T. S. F., di modificare e di innovare degli apparecchi. Ormai si può dire che il secolo XX sarà il secolo della radioelettricità la quale sembra destinata a riserbarci ben altre sorprese che la trasmissione a distanza delle parole e della musica.

Il libro è diviso in due parti: nella prima è esposta quella poca teoria strettamente indispensabile, nella seconda parte è trattata la costruzione dei vari pezzi ed il montaggio degli apparecchi, con speciale riguardo ai dilettanti i quali disponendo di un attrezzamento anche rudimentale possono riuscire bene e con spesa modesta. Gli schemi presentati sono scelti fra quelli di sicura riuscita e tutti presentano qualche particolare interessante.

Colui che, dopo essersi costruito l'apparecchio, accende le valvole e con la cuffia in capo sente fra i fischi ed il fruscio le prime voci inglesi, tedesche ed italiane che si incrociano per lo spazio, prova una di quelle emozioni che non è facile immaginare.

Non dubito che molti dei miei Lettori vorranno provare questa soddisfazione, ed io sarò lieto se li avrò messi sulla buona strada.

L'AUTORE.

LE ONDE HERTZIANE

Non ci si può occupare di T. S. F. senza imbatterci subito in alcuni termini tecnici imbarazzanti: irradiazione, lunghezza d'onda, frequenza, sintonia, ecc. Bisognerà dunque famigliarizzarci un po' con queste espressioni, complicate solo in apparenza, e nel chiarire questi punti fondamentali ne risulterà una visione più ampia della questione.

Diciamo subito che la luce, il calore e le onde hertziane sono fenomeni della stessa natura. Tutti questi fenomeni si manifestano con una irradiazione, così abbiamo le radiazioni luminose, calorifiche, hertziane od elettromagnetiche ecc. Le radiazioni non sono altro che energia che viaggia.

Lo studio delle radiazioni di energia sotto forma calorifica, luminosa od elettrica ha condotto i fisici a formulare un'ipotesi sulla costituzione dell'universo.

L'esperienza dimostra che questi viaggi o trasporti di energia si compiono lo stesso sia negli spazi vuoti sia nella nostra atmosfera. La prova ci è data dal fatto che riceviamo, per esempio, energia luminosa e calorifica dal sole, energia che per arrivare sino a noi deve attraversare gli strati interplanetari vuoti e poi la nostra atmosfera.

Ora, al nostro buon senso ripugna di ammettere che questi effetti possano propagarsi senza utilizzare alcun mezzo che serva da intermediario.

In particolare l'acustica ci insegna che le vibrazioni sonore si trasmettono solo con un mezzo che serve loro di veicolo e questo mezzo è l'aria. Dove non c'è aria, cioè nel vuoto, non si possono trasmettere dei suoni.

Si è adunque *ammesso* che lo spazio sia pieno di un fluido imponderabile chiamato *etere*.

Colpito da una radiazione, per esempio luminosa, l'etere entra in vibrazione e la trasmette a distanza. Sarebbero dunque i brividi dell'etere che servirebbero da veicolo alle irradiazioni od onde.

Ricorriamo ad una immagine materiale: un sasso che cade nell'acqua; esso la origine ad una serie di onde concentriche che si pro-

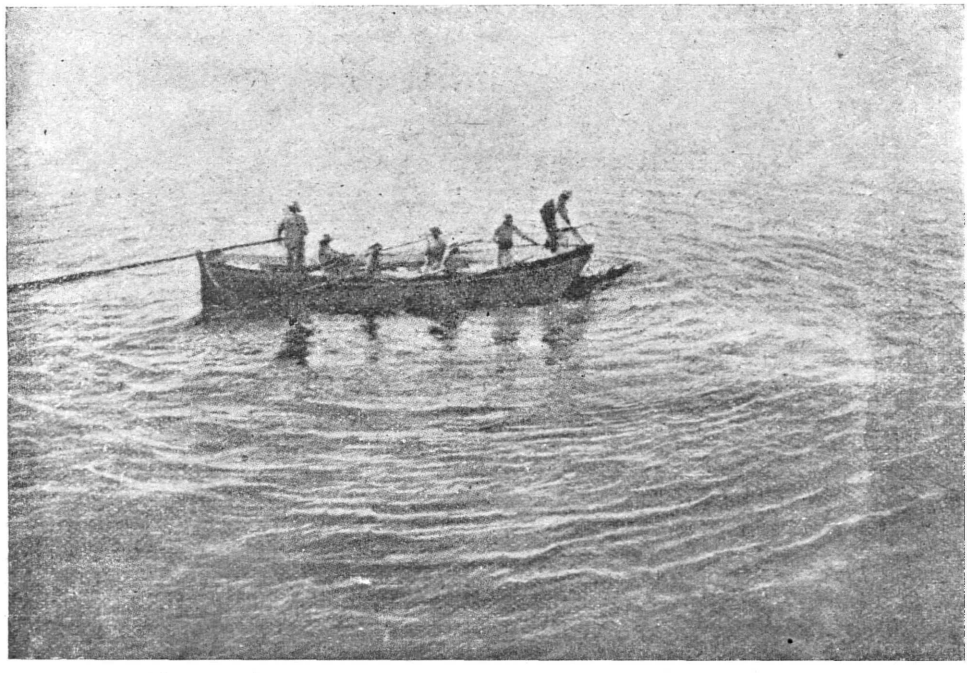


Fig. 1. — Quando l'acqua è urtata da un corpo solido, si formano sulla sua superficie delle onde che si propagano tutt'intorno

pagano in tutte le direzioni (fig. 2). L'ampiezza di queste onde (cioè l'altezza) va progressivamente diminuendo, ma l'esperienza dimostra che le lunghezze BF, FG, GH, ecc. sono tutte uguali.

Questa è la *lunghezza d'onda* del fenomeno.

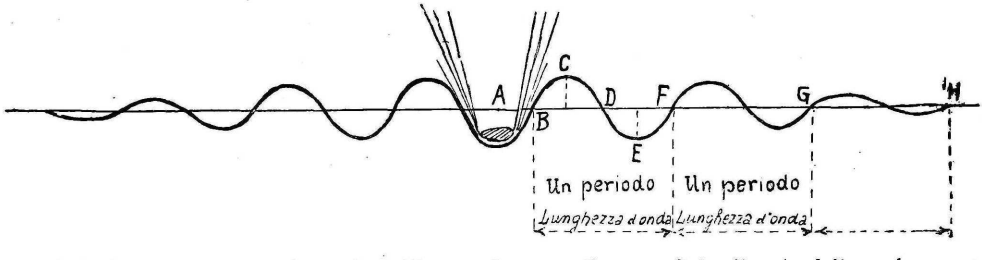


Fig. 2. — Un sasso che cade nell'acqua forma sulla superficie di essa delle onde che si propagano circolarmente tutt'intorno diminuendo progressivamente d'altezza. Notare però che la loro lunghezza è sempre uguale cioè: BF = FG = GH, ecc.

La lunghezza d'onda.

La lunghezza d'onda si suole universalmente indicare con la lettera greca λ (lambda). Così diremo che Roma ha $\lambda = 425$, per dire che la trasmittente di Roma usa una lunghezza d'onda di 425 metri.

Ritornando all'esempio del sasso, possiamo riscontrare che la lunghezza d'onda varia da un sasso ad un altro. Così varierà la lunghezza d'onda dei vari fenomeni: la luce avrà una λ diversa dal calore, la quale a sua volta è diversa dalla λ delle onde hertziane.

La curva BCDEF rappresenta un *periodo* del fenomeno.

Le onde elettriche e luminose si propagano nell'etere sotto l'azione di un urto iniziale. Secondo la natura di questo urto le lun-

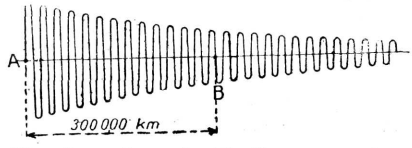


Fig. 3. — La velocità di propagazione delle radio-onde è sempre uguale a 300.000 Km. al minuto secondo

ghezze d'onda variano ma l'esperienza dimostra che la loro velocità di propagazione è sempre la stessa *ed è uguale a* 300.000 *chilometri al minuto secondo* (fig. 3).

Rappresentiamo in AB i 300.000 km. percorsi in un secondo.

E' facile vedere come questi 300.000 km. siano uguali al prodotto del numero di periodi F contenuti in AB moltiplicato per la lunghezza d'onda λ di un periodo.

Si chiama *frequenza* il numero di periodi compresi in un minuto secondo. Avremo dunque:

$$300.000 \text{ km.} = F \times \lambda.$$

Un esempio chiarirà meglio l'intima dipendenza che esiste fra frequenza e lunghezza di onda. Supponiamo che la frequenza sia 1, vuol dire che i 300.000 km. saranno percorsi da una sola ondulazione e la lunghezza di quest'onda sarà precisamente uguale a 300.000 km. Se aumentiamo la frequenza a 10 periodi, nei 300.000 km. avremo 10 ondulazioni o periodi e perciò la lunghezza di ciascun periodo sarà uguale a $\frac{300.000}{10} = 30.000$ km. Se in un minuto secondo abbiamo F periodi, la lunghezza d'onda di ciascuno di essi sarà $\frac{300.000}{F}$ oppure $\frac{300.000.000}{F}$ se vogliamo esprimerci in metri (fig. 4).

Per conseguenza se nello studio di un fenomeno noi arriviamo a misurare la sua frequenza F, potremo conoscere senz'altro la sua lunghezza d'onda *in metri* dividendo 300.000.000 per F.

$$\lambda \text{ in metri} = \frac{300.000.000}{F}.$$

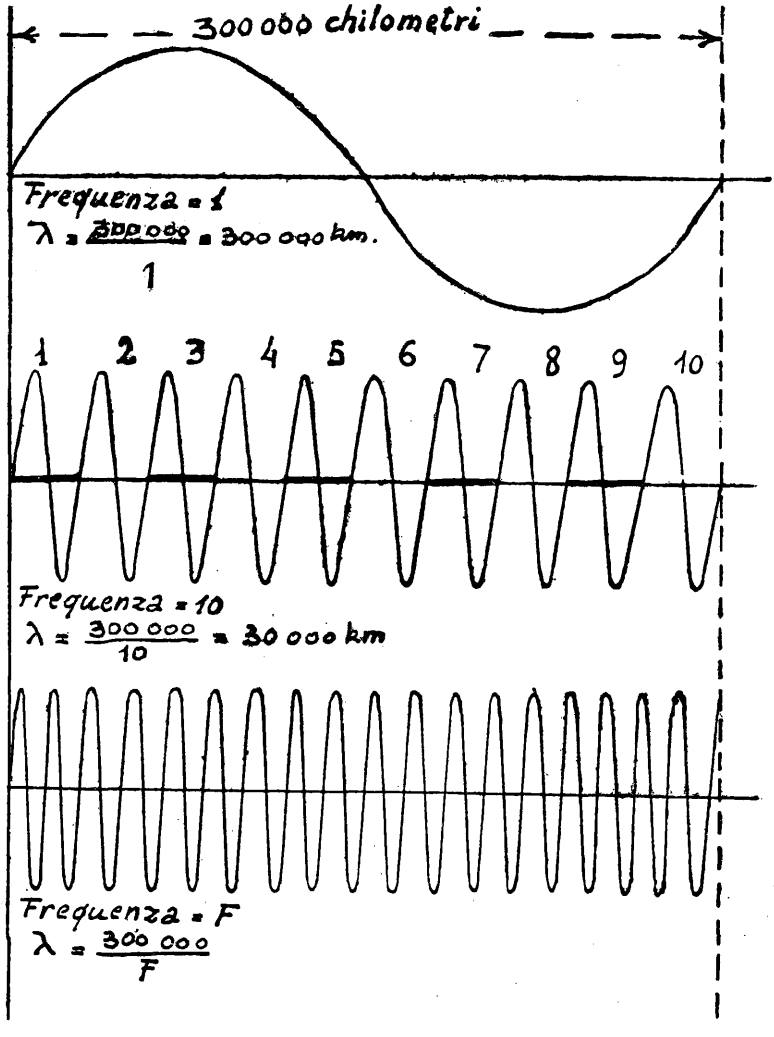


Fig. 4. — Relazione fra la frequenza e la lunghezza d'onda. Da questa figura risulta evidente che le grandi lunghezze d'onda hanno una frequenza bassa, mentre le onde corte hanno una frequenza molto elevata

Reciprocamente se abbiamo invece misurato la lunghezza d'onda λ potremo determinare il numero di periodi F con la formula:

$$F = \frac{300.000.000}{\lambda}.$$

Esempio. — Una stazione trasmette con una frequenza di 1 milione di periodi al secondo, qual'è la sua lunghezza d'onda?

$$\lambda = \frac{300.000.000}{1.000.000} = 300 \text{ metri.}$$

Altro esempio. — La luce azzurra ha una frequenza di 750.000.000.000.000 periodi al secondo, qual'è la sua lunghezza d'onda?

$$\lambda = \frac{300.000.000}{750.000.000.000.000} = 0{,}0000004 \text{ metri.}$$

vale a dire 0,4 milionesimi di millimetro. Al milionesimo di millimetro si da il nome di micron e si indica con la lettera μ.

L'Etere.

Abbiamo detto come l'etere abbia una parte importante nella concezione dell'universo fisico.

Esiste veramente l' etere? Nessuno ci può giurare perchè si tratta di una sostanza immateriale, quindi non visibile, non misurabile, non analizzabile, ecc.

Secondo la moderna concezione di Einstein, l'etere non esiste, ad esso andrebbe sostituito il concetto di campo elettromagnetico dello spazio. La cosa ha senza dubbio un interesse scientifico e filosofico, tuttavia la questione è ancora insoluta e si preferisce supporre l'esistenza dell'etere non foss'altro che per comodità di insegnamento, tanto più che le cose non cambiano.

Dunque si ammette che l'etere riempia tutti gli spazi interplanetari, entri negli spazi intermolecolari ed interatomici, che compenetri tutti i corpi, che sia in cielo, in terra ed ogni luogo come il Padreterno.

Noi viviamo senza saperlo in mezzo ad un continuo svolgersi di onde di tutte le grandezze e di tutte le forme. Per esempio i suoni che noi percepiamo per mezzo dell'orecchio non sono altro che vibrazioni dell'aria che noi chiamiamo onde sonore (velocità di propagazione 330 metri al secondo).

Ora noi non ci proponiamo lo studio di tutte queste onde, ma ci fermiamo sulle onde dell'etere.

Pur restringendo così il nostro campo di studio abbiamo ancora dinnanzi un numero imponente di fenomeni, perchè nell'etere si propagano un'infinità di vibrazioni rapidissime.

Il seguente diagramma (1) ci mostra una scala delle vibrazioni dell'etere conosciute sino ad oggi, che corrispondono alle differenti forme di energia conosciuta. Notiamo che tutta la gamma delle lunghezze d'onda non è ancora stata esplorata, mentre alcune zone si conoscono appena ora grazie ai recentissimi lavori di Holweg, Nicols, Tear, ecc.

Esaminiamo brevemente insieme questa scala di fenomeni impressionanti per le loro formidabili velocità.

Nel campo delle onde cortissime esistono certamente delle vibrazioni ancora più rapide dei raggi gamma del radio, è questo un campo ancora inesplorato e che riserberà delle sorprese. Le onde più corte sin'ora conosciute sono quelle emesse dal radium, che hanno una frequenza dell'ordine di 100 quintilioni di periodi al secondo. Naturalmente con simili frequenze la loro lunghezza d'onda sarà piccolissima: dell'ordine di un miliardesimo di millimetro.

Man mano che scendiamo la scala del diagramma troviamo che la frequenza dei fenomeni diminuisce, mentre aumenta in corrispondenza la loro lunghezza d'onda.

Noi ci crediamo esseri perfetti, ma basta osservare la figura per vedere invece quanto i nostri sensi sono deficienti. Di tutti questi importantissimi fenomeni i nostri sensi non ci rivelano che il tratto compreso fra 0,3 e 0,7 micron (la luce) e fra 0,7 μ e 2 mm. (calore).

Ciascuna di queste categorie di onde si suddivide poi ancora in altre, che dànno luogo a fenomeni non meno importanti; prendiamo per esempio un raggio di luce e facciamolo passare attraverso ad un prisma, esso risulterà decomposto in tanti colori, ciascuno con una diversa lunghezza d'onda (fig. 6).

Le onde più corte della luce, cioè i raggi ultravioletti, noi non le vediamo, ma possiamo scoprirle servendoci di qualcosa di più sensibile dell'occhio, cioè di una lastra fotografica.

Subito dopo la luce troviamo i raggi infra-rossi (calore) che si possono rivelare con la pila di Melloni. Infine arriviamo alle onde

---

(1) Il lettore tenga presente che si tratta di un diagramma puramente dimostrativo, perchè non si potrebbero rappresentare sulla stessa scala delle lunghezze di frazione di micron assieme con lunghezze di chilometri.

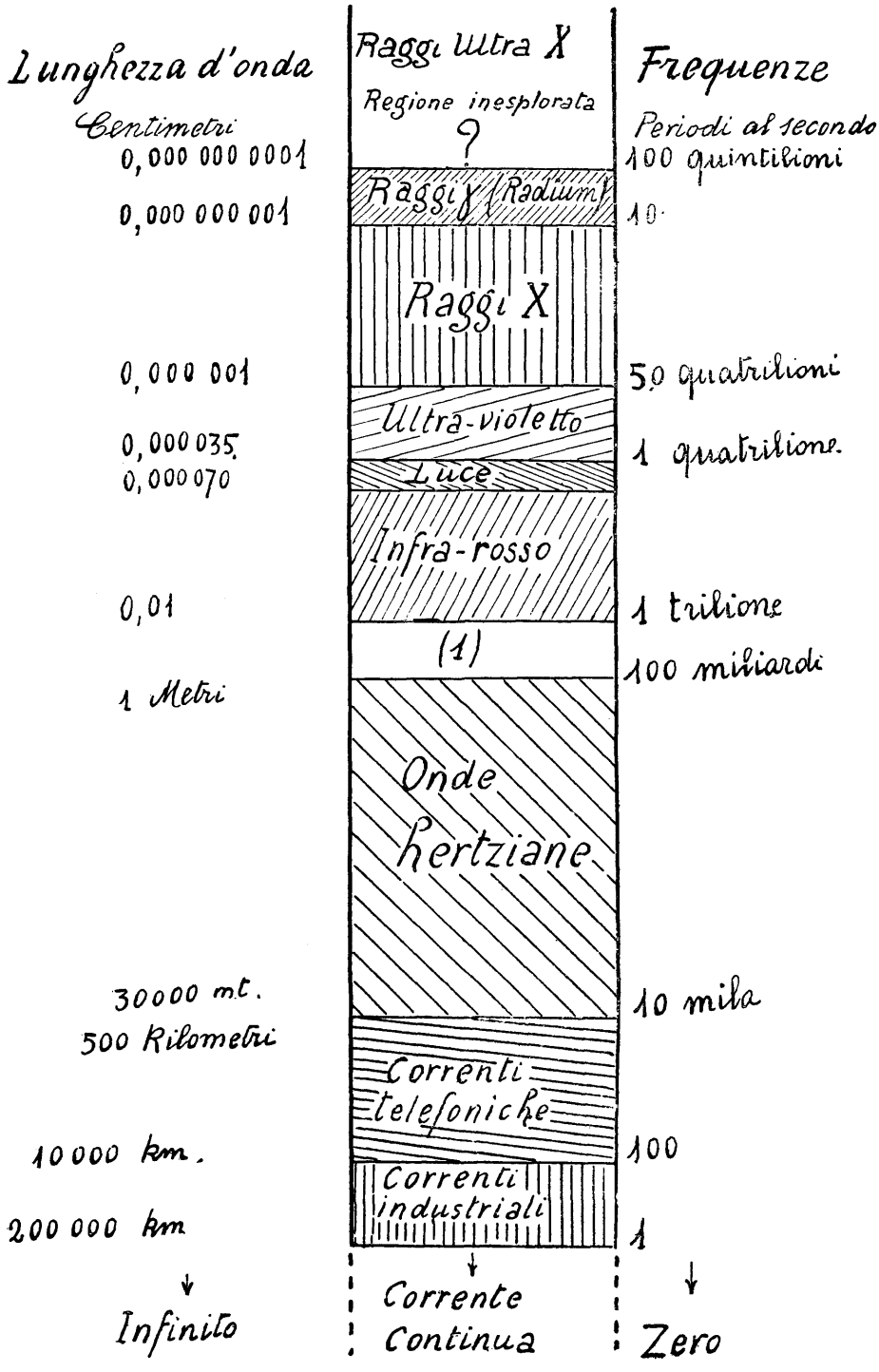


Fig. 5. — Questo diagramma, puramente dimostrativo, ci fa vedere tutte le forme di energia che corrispondono alle diverse vibrazioni dell'etere. E' questo il campo della scienza in cui si sono fatte le più sensazionali scoperte di questi ultimi anni, ma la scala delle oscillazioni non è definitivamente esplorata, molte zone sono ancora sconosciute e sembrano destinate a riserbarci ben altre sorprese. Fenomeni che un tempo erano considerati a sè: luce, calore, ecc., rientrano ora nel campo delle vibrazioni elettromagnetiche. Nel tratto segnato (1) il Nicols è riuscito a trovare il punto in cui le onde calorifiche si fondono con quelle elettromagnetiche.

elettromagnetiche o radio-elettriche. Le più corte sino ad oggi realizzate furono di 3 millimetri (frequenza 100 miliardi) e le più lunghe di 30 km. (frequenza 10.000).

Queste esplorazioni lungo la scala delle vibrazioni dell'etere hanno dato luogo in questi ultimi tempi a delle scoperte straordinarie. Così ad esempio si è potuto constatare come la luce ed il calore non siano altro che fenomeni elettromagnetici. Ma senza dubbio ci saranno rivelate ben altre sorprese quando si potrà studiare il vasto dominio dei raggi ultra-X ove quasi certamente si celano altre forme sconosciute di energia.

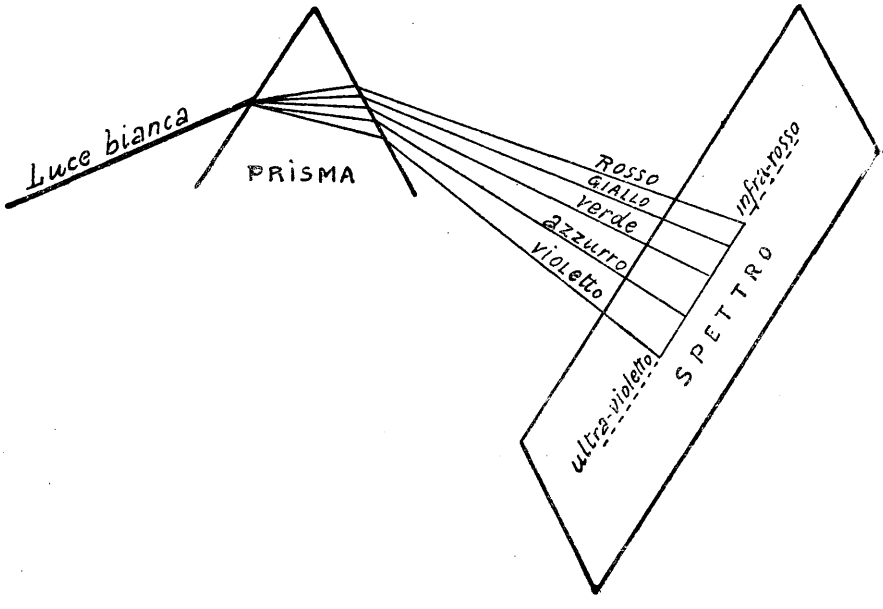


Fig. 6. — Un prisma esposto ai raggi solari si comporta come un rivelatore, cioè ci permette di separare le varie qualità di luce che hanno una diversa lunghezza d'onda. Notare che vengono deviate di più quelle di onda più corta. Le vibrazioni più corte del violetto sono ultraviolette (luce fredda) e quelle più lunghe del rosso sono infrarosse cioè non sono altro che quello che noi chiamiamo calore

Poichè i nostri sensi sono insufficienti a segnalarci le onde radioelettriche, bisogna ricorrere a dei rivelatori speciali come il coerer o coesore (di Calzecchi od a liquido) oppure ai detector a galena od a triodo.

Prima di abbordare lo studio delle radiocomunicazioni abbiamo voluto accennare a tutti questi fenomeni per dimostrare come lo

studio della radio sia complesso e tocchi le più alte cognizioni scientifiche. Infatti abbiamo visto che esistono forme di energia ancora sconosciute, velocità tali che la mente può appena concepire, grandi leggi sulla costituzione dell'universo ancora da svelare.

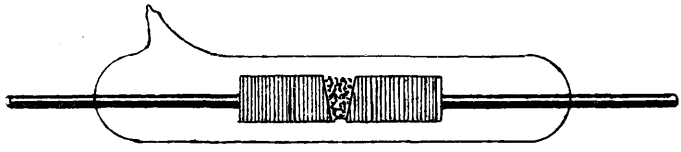


Fig. 7. — Il coesore o coherer di Calzecchi-Onesti, chiamato anche tubo di Branly, è stato il primo rivelatore delle radio-onde e fu usato anche nei primi tentativi di Marconi, ora è completamente abbandonato. Si trattava di un tubo contenente limatura di ferro, la quale variava la sua conducibilità quando era investita dalle onde hertziane

I fenomeni che entrano poi in gioco sugli apparecchi sono fra i più complicati: la dissociazione elettronica, la scarica oscillante dei condensatori, le interferenze, le armoniche, le altissime frequenze ecc.

Gli studiosi hanno però saputo vincere tutte queste difficoltà creando degli apparecchi ricevitori che un bambino è capace di ado-

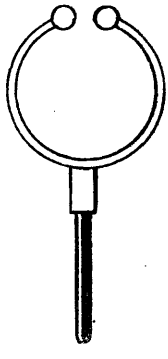


Fig. 8. — Il rivelatore o risuonatore di Hertz è precedente a quello di Calzecchi: si tratta di un cerchio metallico terminante con due sferette che investito dalle radio-onde diventa sede di una forza elettromotrice e dà luogo ad una piccola scintilla

perare. Anche la costruzione non presenta alcuna difficoltà, accozzare materialmente in una cassetta i vari organi di un ricevitore non è davvero un lavoro difficile. Ma il radiodilettante intelligente non si accontenta di ciò e vuol rendersi ragione di ogni cosa. Per questo daremo tutte le spiegazioni necessarie, senza perderci soverchiamente nei calcoli. Ci sembra meglio esporre chiaramente i fatti fisici, sfrondati da ogni complicazione, anche se ciò dovesse far sorridere qualche radiotecnico esperto.

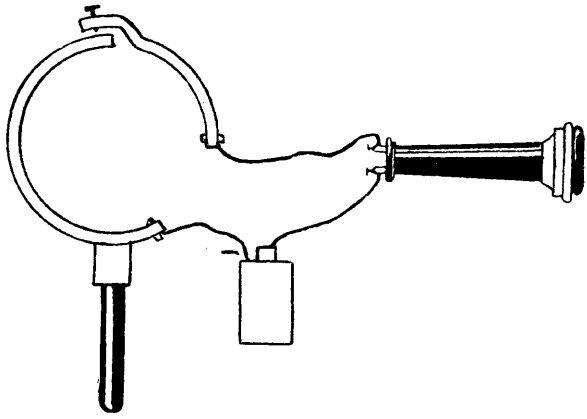


Fig. 9. — Turpain ha modificato il risuonatore di Hertz aggiungendovi una pila ed un ricevitore telefonico, ogni scintilla si rivela con un rumore nel telefono. E' più sensibile del precedente ma oggi non è che un oggetto da museo storico della radio

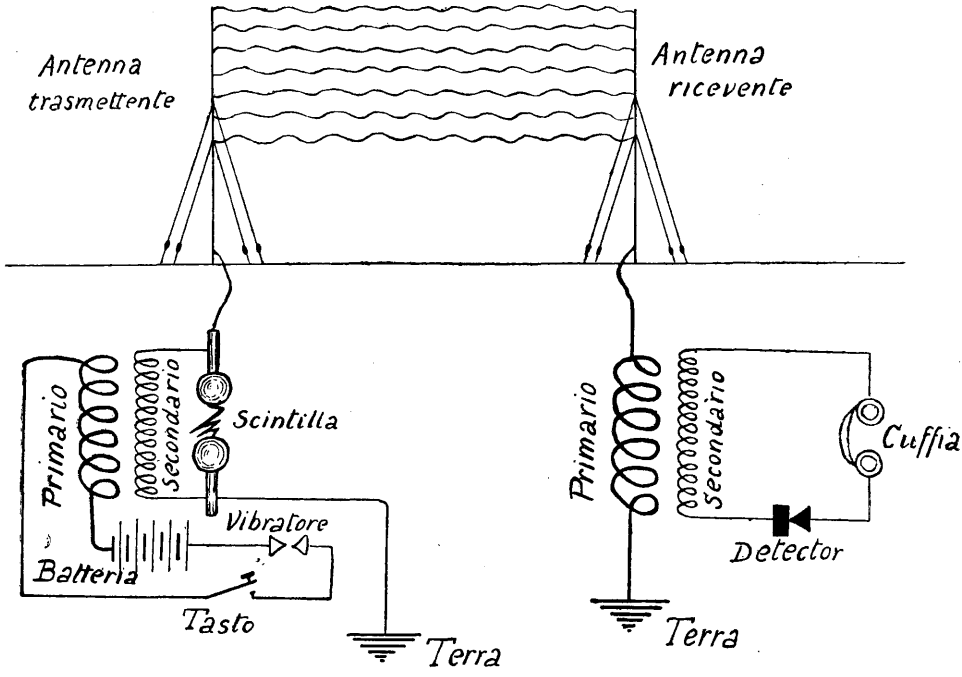


Fig. 10. — Rappresentazione schematica semplificata di una delle prime trasmittenti a scintilla con aereo tipo Marconi

Come si propagano le radio-onde.

Anche se ciò non corrisponde ad un criterio di ordine progressivo nell'esposizione degli argomenti, è bene avere subito un'idea del modo con cui avviene una trasmissione senza fili. La figura 10 mostra la disposizione di una delle prime stazioni trasmittenti a scintilla. Dalla parte trasmittente abbiamo un circuito generatore di correnti ad altissima frequenza, correnti che vengono lanciate nell'antenna od aereo la quale le irradia nello spazio circostante.

L'etere, percosso da queste vibrazioni, entra in oscillazione e le trasmette a distanza. Non dobbiamo credere che le onde corrano per lo spazio, si tratta invece di uno *spostamento di moto e non di materia.* Ogni molecola percuote la molecola vicina la quale a sua volta comunica il movimento ad un'altra e così via.

Quando per esempio riceviamo un radio-concerto da Londra non sono le onde di Londra che vengono sino a noi, l'etere rimane fermissimo, ma colpito dalle vibrazioni della trasmittente vibra anche sopra di noi.

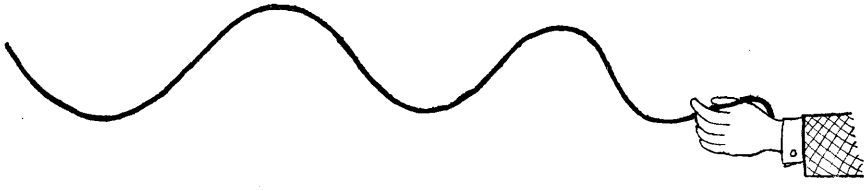


Fig. 11. — Non sono le radio-onde che corrono per lo spazio; l'etere è fermissimo ma propaga il movimento da molecola a molecola, è dunque uno spostamento di moto e non di materia. Analogamente una fune vibra trasmettendo il movimento da un capo all'altro, senza tuttavia muoversi dalle nostre mani

Per dare un'immagine materiale di questo fatto, pensiamo ad un uomo il quale imprima una scossa ad una fune, la deformazione prodotta dall'impulso del braccio si propaga lungo la fune allontanandosi dal punto di partenza, trasmettendo il moto sino in fondo, ma la fune non si è allontanata, tanto è vero che è ancora nelle sue mani (fig. 11).

Un'altro esempio citato in qualche trattato è il seguente: una lunga molla a spirale è percossa da una martellata, l' impulso si trasmette da spira a spira sino in fondo senza che la molla si sia mossa (fig. 12).

Abbiamo detto che l'antenna trasmittente vibra, ma anche qui non si deve intendere che essa vibri materialmente, è invece fermis-

sima ma percorsa da correnti oscillanti ad alta frequenza o radio-frequenza.

A questo punto qualcuno potrebbe obiettare: perchè occorrono correnti ad altissima frequenza? Non bastano le correnti a frequenza industriale?

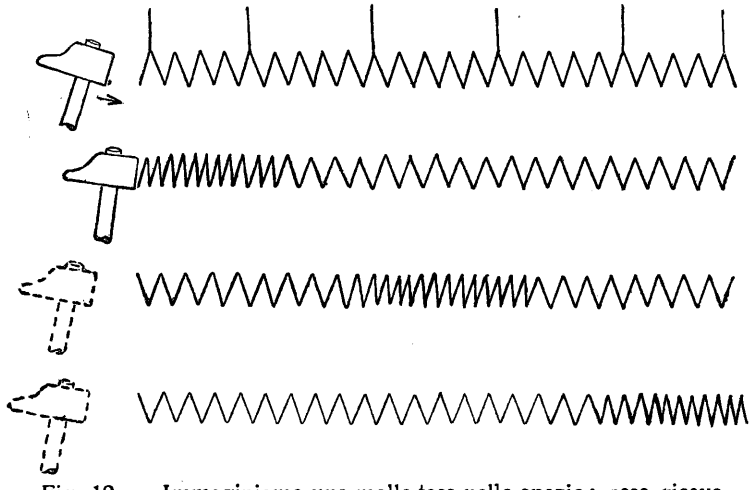


Fig. 12. — Immaginiamo una molla tesa nello spazio: essa riceve un urto da una parte e ciascuna spira lo trasmette alla successiva sicchè questo urto si propaga velocemente sino all'altro capo della molla. Così l'etere si comporta quando è urtato da una vibrazione elettromagnetica

La risposta è semplice: si usano correnti ad altissima frequenza perchè i fenomeni di induzione sono tanto più sensibili quanto più la frequenza è elevata. E qui occorre aprire una breve parentesi per dire qualcosa sui fenomeni di induzione che tanta parte hanno nella elettrotecnica e nella radio.

L'induzione.

Sappiamo tutti che l'elettricità circola *nei conduttori* ma con questo non si deve credere che essa si muova solo *dentro* i conduttori. L'elettricità circola anche sulla superfice e sull'esterno dei conduttori. Infatti ogni filo percorso dalla corrente è circondato da un *campo magnetico* che va decrescendo man mano che ci si allontana dal filo (fig. 13). Nella scuola si dimostra questo fatto con l'esperienza seguente: in un foglio di carta, attraversato perpendicolarmente da un filo percorso da corrente, si cosparge della limatura di ferro. Poi

si battono alcuni colpetti sulla carta per facilitare il movimento alle particelle di ferro. Dopo un'istante la limatura di ferro ha preso

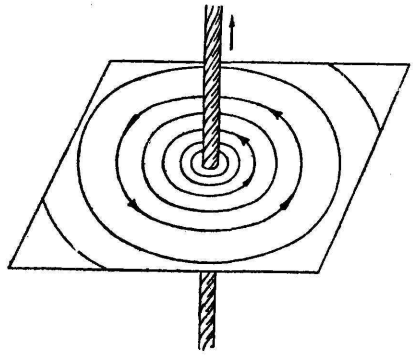


Fig. 13. — L'andamento del campo magnetico in vicinanza di un conduttore si rappresenta in modo puramente convenzionale con le cosidette linee di forza

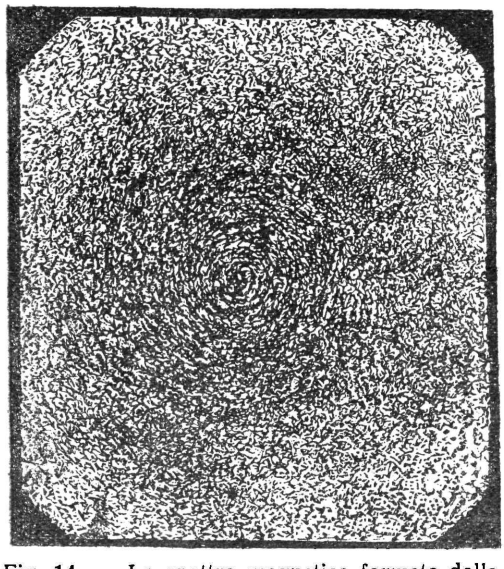


Fig. 14. — Lo spettro magnetico formato dalla limatura di ferro dimostra che l'azione della corrente si esercita anche fuori del conduttore

l'aspetto della figura 14, il che dimostra che l'azione della corrente si esercita anche fuori del conduttore. La zona in cui la corrente fa sentire la sua azione si chiama *campo magnetico* e quelle linee cir-

colari concentriche che indicano l'andamento del campo si chiamano *linee di forza.*

Per renderci ragione del fenomeno di induzione possiamo seguire la famosa esperienza di Faraday (Fig. 15).

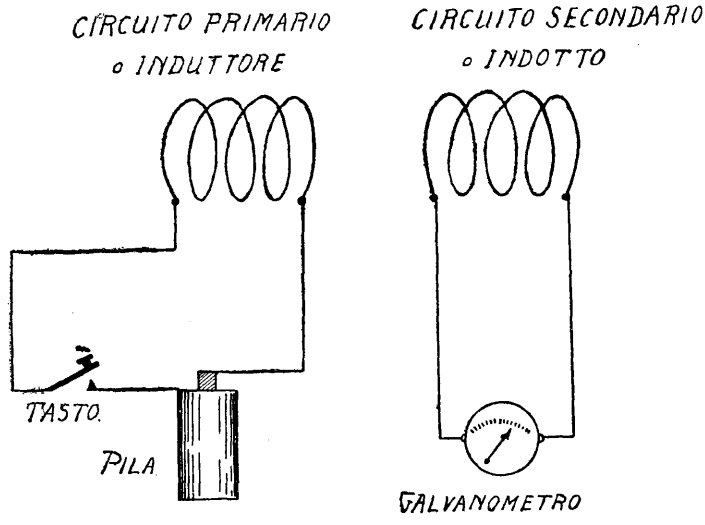


Fig. 15. — L'esperienza di Faraday sull'induzione

A sinistra abbiamo un circuito formato da una pila, un conduttore ed un tasto od interruttore. A destra abbiamo un circuito metallico non percorso da alcuna corrente e chiuso su un galvanometro. Nella figura i due circuiti sono avvolti a bobina unicamente per rendere più sensibile l'induzione, ma il fenomeno avverrebbe lo stesso anche con due semplici fili tesi parallelamente.

Il circuito di sinistra, che porta il generatore di elettricità, la pila, chiamasi *primario* o inducente; il circuito di destra si chiamerà *secondario* od indotto.

Proviamo ora a chiudere il circuito primario abbassando il tasto: immediatamente il galvanometro del circuito secondario devierà indicando il passaggio di corrente. Da ciò si conclude che se un circuito chiuso si trova in vicinanza di un'altro percorso da corrente, in modo che il campo magnetico e cioè le linee di forza del primo taglino il secondo, esso sarà percorso da una *corrente indotta.*

Se continuiamo a tenere abbassato il tasto del circuito primario la corrente indotta viene subito a cessare; se si abbandona il tasto aprendo nuovamente il circuito, il galvanometro devierà rapidamente

in senso contrario, indicando la presenza di una corrente indotta di direzione contraria alla precedente.

Vediamo dunque che abbiamo una corrente indotta nel circuito secondario *solo quando varia* la corrente nel circuito primario e la durata della corrente indotta è uguale a quella del fenomeno che la produce. L'intensità della corrente indotta dipende dalla *rapidità* delle variazioni nel circuito primario e dalla intensità del campo primario.

Si comprende subito come una corrente che subisca poche variazioni (per esempio una corrente alternata a 17 periodi, cioè una corrente che si inverte 17 volte al secondo) dia luogo a deboli fenomeni di induzione. Invece una corrente ad alta frequenza (per esempio 1 milione di periodi al secondo) darà luogo ad imponenti effetti di induzione. Questo è il motivo per cui nella radio si usano sempre correnti ad altissima frequenza.

Osserviamo la figura 15, a rigore possiamo considerarla come una stazione capace di trasmettere dei segnali a distanza. Basterebbe infatti mettere il circuito secondario ad una certa distanza dal primario ed usare correnti ad alta frequenza. Ad ogni abbassamento del tasto avremo una deviazione del galvanometro e potremo corrispondere con un alfabeto convenzionale. Questa era appunto la *telegrafia induttiva* che ha preceduto di qualche anno l'invenzione della radiotelegrafia. Si trattava però di semplici esperimenti di gabinetto con portate assai limitate.

Sulle correnti indotte è assai importante ricordare la legge di Lenz che dice «La corrente indotta è sempre di direzione opposta alla direzione della corrente inducente», o in altre parole tende sempre ad opporsi alla causa che l'ha generata.

Perciò la corrente indotta è nello stesso senso di quella inducente quando questa si estingue, diminuisce, si allontana, ed è di senso opposto quando essa comincia, aumenta, si avvicina.

La selfinduzione.

Consideriamo un filo avvolto in forma di spirale o di bobina; ciascuna spira costituisce per sè stessa un circuito induttore rispetto a tutte le altre spire che le sono parallele in quanto che il suo campo magnetico invade le altre spire. Quindi provocando variazioni di corrente nella bobina ogni spira diventa induttrice rispetto alle altre che diventano perciò indotte.

E' questo il caso di induzione di un circuito sopra sè stesso per cui ogni variazione della corrente provoca nello stesso circuto una corrente o forza elettromotrice di auto induzione o di self-induzione (dall'inglese self = sè stesso).

Applicando a questo proposito le leggi dell'induzione che già conosciamo avremo due casi:

1° La corrente che percorre una bobina è in periodo di *aumento*: si avrà una forza elettromotrice di autoinduzione contraria la quale tenderà ad ostacolare la corrente principale.

Quindi chiudendo un circuito soggetto alla selfinduzione, la corrente si trova subito ostacolata ed impiega un certo tempo per raggiungere la sua intensità massima.

2° Se la corrente che percorre una bobina è in periodo di *diminuzione* si formerà una forza elettromotrice di selfinduzione che tenderà a non lasciar diminuire la corrente ovvero a prolungarla.

Vediamo così che la selfinduzione si può quasi paragonare ad una forza d'inerzia che tenta di arrestare un movimento quando questo è sul nascere e tenta di prolungarlo quando lo si vuol arrestare. In meccanica si comportano così i volani: difficili da incamminare ma una volta avviati non si possono fermare di colpo.

Notiamo però una cosa importante: l'inerzia di un volano si manifesta all'avviamento ed all'arresto, durante la velocità di regime non si manifesta. Così avviene anche in elettricità: la selfinduzione si manifesta ogni volta che abbiamo una *variazione* di corrente.

Una bobina di self inserita su un circuito percorso da corrente alternata, cioè periodicamente variabile, da luogo a delle forze elettromotrici di selfinduzione che tendono ad opporsi al variare periodico della corrente. Quindi questi fenomeni sono tanto più accentuati quanto più la frequenza è elevata.

In corrente continua la corrente non varia mai, quindi non avremo nè induzione nè selfinduzione.

La corrente alternata che percorre un circuito dotato di self deve vincere non solo la resistenza comune a tutti i conduttori metallici (resistenza ohmica) ma anche la resistenza dovuta a queste forze periodicamente contrarie. La sua resistenza complessiva si troverà quindi aumentata.

La resistenza totale presentata da un circuito a corrente alternata si chiama *impedenza* ed è sempre superiore alla resistenza in corrente continua.

E' poi evidente che, a parità di frequenza, l'impedenza sarà tanto più elevata quanto più grande sarà il numero delle spire.

Perciò per ottenere una grande self si farà una bobina con moltissime spire. Un nucleo di ferro introdotto in una bobina aumenta ancora l'impedenza.

Ogni bobina di self ha il proprio potere autoinduttivo che si chiama coefficiente di autoinduzione o praticamente *induttanza*. L'induttanza si indica sempre con la lettera L e la sua unità di misura è l'*henry* coi suoi sottomultipli millihenry e microhenry. Le self si possono disporre nei circuiti in serie od in parallelo seguendo le stesse regole usate per le resistenze elettriche.

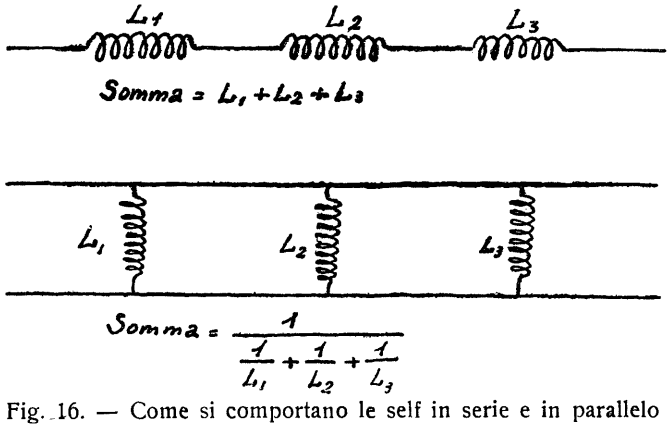


Fig. 16. — Come si comportano le self in serie e in parallelo

Cioè la induttanza di più bobine di self unite in serie è uguale alla somma delle singole self. La induttanza di più induttanze messe in parallelo è uguale all'inverso della somma degli inversi delle singole induttanze.

La figura 16 spiega questa regola.

L'effetto di pelle.

Di già che parliamo di alta frequenza converrà dire qualcosa sull'*effetto di pelle* o *skin effect* che è una caratteristica di queste correnti. Una corrente alternata che percorre un conduttore non si distribuisce uniformemente sulla sezione, come si può ammettere avvenga per una corrente continua, ma tende a localizzarsi nelle parti periferiche. Più la frequenza è elevata e più la corrente tende a portarsi sulla superficie o *sulla pelle del conduttore,* come dicono

gli americani. Ne deriva che non essendo più interessata tutta la sezione al passaggio della corrente, il conduttore finisce col presentare effettivamente una resistenza maggiore.

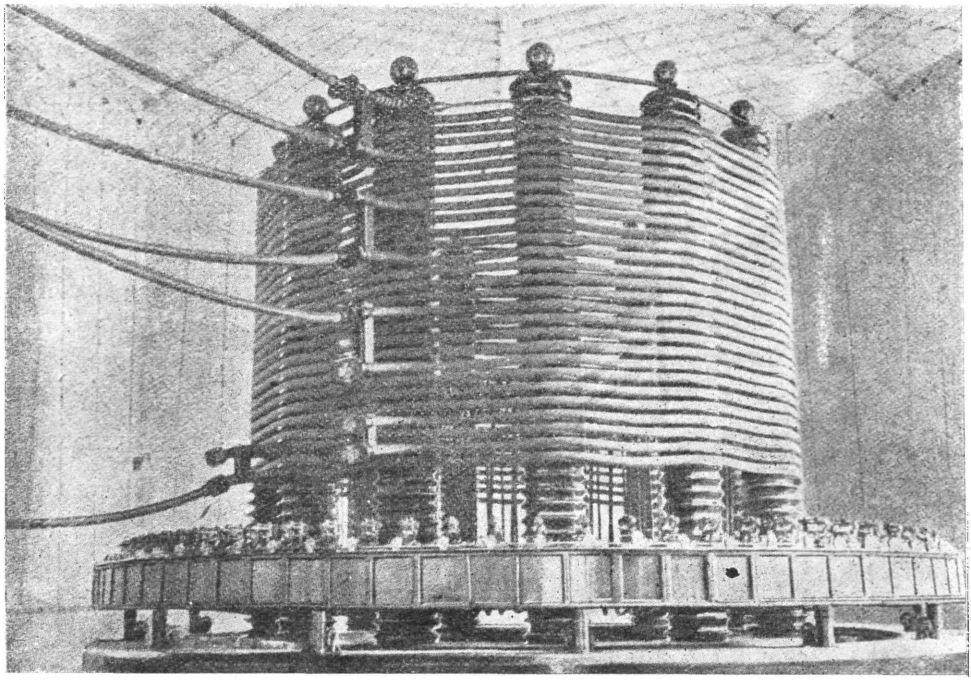


Fig. 17. — La colossale bobina di self della stazione Lafayette. Sono visibili le prese variabili, così i cavi che permettono di inserire un numero più o meno grande di spire

Questo effetto è tanto maggiore quanto maggiori sono il diametro e la frequenza. Per combattere gli effetti di questo fenomeno non converrà quindi usare grossi conduttori, ma bensì una treccia di uguale sezione ma composta di tanti fili sottili e isolati a smalto. In commercio si trovano simili conduttori sotto il nome di *litzhenrhad* e si impiegano sugli apparecchi per rendere più agevole il passaggio delle correnti a radiofrequenza.

La capacità.

Il condensatore è un piccolo apparecchio conosciuto da molto tempo ma che attualmente ha acquistato un'enorme importanza per le sue nuove applicazioni nella T. S. F.

Un condensatore è formato semplicemente da due superfici me-

talliche di uguale ampiezza, parallele, dette *armature,* separate da uno strato di sostanza isolante detto *dielettrico.* Per esempio due fogli di stagnola incollati su una lastrina di vetro costituiscono già un condensatore. Un condensatore si può anche formare con delle armature affacciate separate semplicemente da aria che è un ottimo dielettrico.

Formiamo un circuito come in figura 17 in cui una pila è inserita fra le armature di un condensatore, avverrà che ciascuna armatura assumerà una *carica* dello stesso segno e dello stesso potenziale del polo corrispondente. Dato che fra le due elettricità contrarie + e — vi è attrazione reciproca si accumulano forti cariche sul

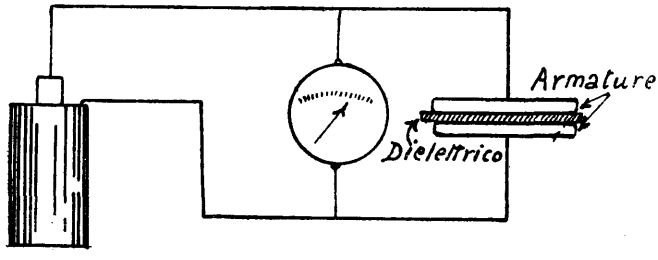


Fig. 17. — Carica di un condensatore

dielettrico. Quando un galvanometro inserito sul circuito non segna più passaggio di corrente vuol dire che le armature hanno raggiunto lo stesso potenziale della pila ed il condensatore è carico. Così il condensatore serve per accumulare dell'elettricità e ne accumulerà tanta di più quanto più è grande la superficie delle armature e quanto più esse sono vicine. La capacità ad accumulare più o meno elettricità dipende anche dalla natura del dielettrico. Come un recipiente è tanto più capace quanto più liquido occorre per riempirlo, così un condensatore avrà una *capacità* tanto più grande quanta più elettricità occorre per caricarlo ad una certa tensione. Dopo che il condensatore è stato caricato, se si riuniscono le due armature con un filo conduttore si otterrà una brevissima corrente di scarica. Una scarica di questo genere si dice *aperiodica* e non ha alcuna importanza per la T. S. F.

Per caricare un condensatore non vi è bisogno di connettere entrambe le armature con una sorgente di elettricità. Basta realizzare il circuito della figura 18 in cui un polo della sorgente e un'armatura sono collegati con la terra.

Se l'armatura A riceve una certa carica positiva + , su quella B si formerà per induzione un'uguale carica di segno —, la quale a sua volta richiamerà una maggior carica su A perchè fra le cariche di segno opposto vi è attrazione reciproca.

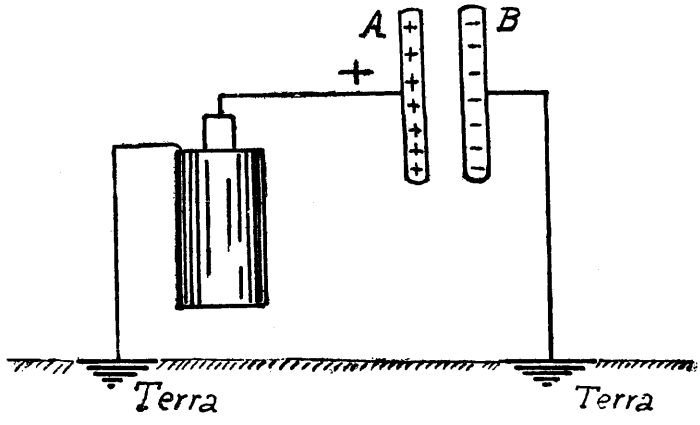


Fig. 18. — Carica di un condensatore con un solo filo e presa di terra

Più è piccola la distanza fra le armature e più la capacità è grande. Esposte così sommariamente queste brevi nozioni sui condensatori vediamo come essi si comportino con la corrente alternata. Immaginiamo di collegare due armature di un condensatore con un generatore di corrente alternata (alternatore, rocchetto di Ruhmkorff, ecc.). Sopra una delle armature si accumulerà una certa quantità di elettricità ma il senso della corrente si invertirà subito e la carica non potrà persistere perchè obbligata a trasportarsi sull'altra armatura: vi si accumulerà ancora temporaneamente per poi ritornare sulla prima armatura e così di seguito. In questo modo si comprende come la carica non possa crescere all'infinito e neppure provocarvi una scarica (come nella corrente continua). Avremo così un periodico palleggiarsi della carica da un'armatura all'altra. Ma sappiamo che nel condensatore ogni carica corrisponde ad un aumento di pressione sul dielettico.

Lo spostamento delle cariche è quindi accelerato dalla reazione in modo che la frequenza aumenta. Senza addentrarsi per ora su questo fenomeno riteniamo che un condensatore ha il risultato di elevare la frequenza del movimento oscillante. Esso cioè favorisce il passaggio di elettricità offrendo una resistenza tanto più piccola quanto più

la sua capacità è grande e quanto più la frequenza è elevata. Da ciò si vede come esso si comporti in modo opposto ad una self.

L'unità di misura della capacità è il Farad, ma poichè essa è praticamente troppo grande si usa di preferenza il suo sottomultiplo: microfarad.

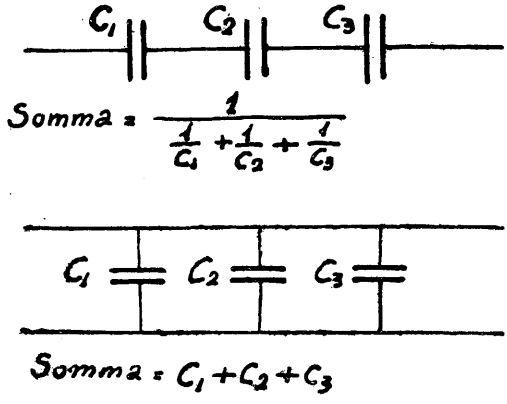


Fig. 19. — I condensatori in serie ed in parallelo si comportano in modo opposto alla self

I condensatori inseriti su un circuito si comportano in modo opposto alle self, cioè più condensatori messi in serie danno una capacità risultante uguale all'inverso della somma degli inversi delle singole capacità. Il che vuol dire che inserendo in serie più condensatori la capacità totale diminuisce. Viceversa se collegati in parallelo la capacità totale è uguale alla somma delle singole capacità. La figura 19 spiega questo fatto.

Il circuito oscillante.

E' la base di tutta la telegrafia senza fili:

Consideriamo un circuito composto da una bobina di self, un condensatore ed un oscillatore o spinterometro. Lo spinterometro è unicamente composto da due cilindri o due sferette metalliche separate da un certo intervallo di aria (fig. 20). Una macchina qualunque comincia a fornire della corrente ad alta tensione per «caricare» il condensatore. Poichè il circuito è aperto (infatti esiste un intervallo fra le sferette) la corrente passa nel condensatore e fa crescere progressivamente la tensione fra le sue armature metalliche. In figura questo percorso della corrente è indicato dalle freccie piene.

Anche lo spinterometro è sottoposto alla stessa tensione crescente sino al momento in cui essa ha raggiunto un valore sufficiente per far scattare una scintilla fra le sferette.

Questa scintilla chiude il circuito comprendente la bobina di self ed il condensatore. Immediatamente l'elettricità accumulata sulle

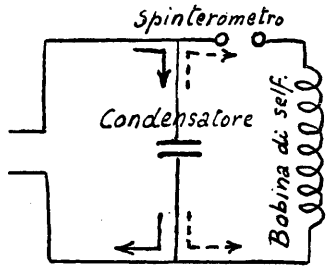


Fig. 20. — Il circuito oscillante: la corrente di carica ha l'andamento indicato dalle frecce piene, quella di scarica dalle frecce punteggiate

armature di quest'ultimo passa attraverso alla bobina (seguendo le freccie tratteggiate) e scarica il condensatore.

La bobina di self presenta una certa inerzia, cioè essa è pigra e ritarda a lasciar passare la corrente. Così quando il condensatore è già scarico, essa continua a fornirgli dell'energia che naturalmente lo carica in senso contrario. Quando la self ha dato tutta la sua energia elettrica, la carica inversa del condensatore raggiunge un potenziale quasi uguale a quello primitivo. In quest'istante abbiamo una nuova scintilla, in senso inverso, ed il condensatore si carica nuovamente nel senso primitivo, poi nuova scarica e nuova inversione e così via.

In questo circuito: condensatore e self, nasce così una serie di oscillazioni elettriche estremamente rapide, onde il nome di «circuito oscillante». Queste oscillazioni non durano in eterno poichè, come vedremo, l'energia diminuisce progressivamente sino a diventare incapace di mantenere la scintilla.

Ma la generatrice interviene di nuovo per caricare il condensatore e, una volta carico, avremo una nuova serie o treno di oscillazioni.

Se la descrizione è stata lunga il fenomeno avviene in modo rapidissimo: queste inversioni avvengono oltre un milione di volte al minuto secondo. Le scariche dello spinterometro mettono in vibrazione l'etere e si propagano a distanza; su questo principio sono basate le trasmittenti ad arco o scintilla.

Se osserviamo una di queste trasmittenti mentre lavora ci sembra che l'arco si mantenga in modo continuo, mentre in realtà si tratta

di tanti treni di oscillazioni che si susseguono in modo rapidissimo, anzi la durata delle scariche è molto minore dei periodi in cui manca la scintilla. Graficamente il fenomeno si può rappresentare come in figura 21 e 22 e perciò queste si chiamano oscillazioni « smorzate ».

L'insieme del fenomeno sembra a quello che si ottiene suonando una campana ad intervalli regolari. Ogni colpo dà luogo ad un gruppo

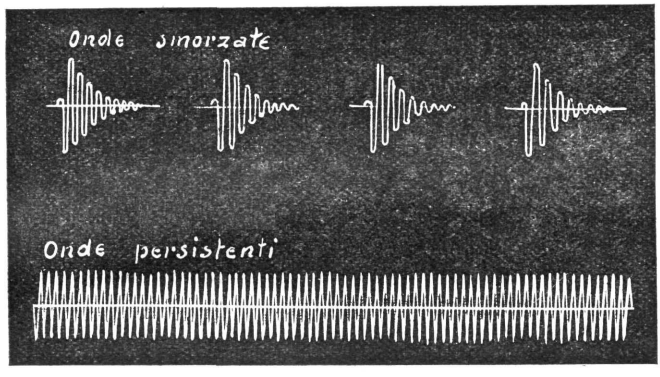


Fig. 21 e 22. — Onde smorzate e onde persistenti

di vibrazioni smorzate e questi gruppi si succedono ad intervalli regolari che corrispondono alla cadenza dei colpi di battaglio.

Insomma le oscillazioni elettriche di un circuito oscillante sono analoghe alle oscillazioni di un pendolo urtato nella sua posizione di equilibrio. Se un pendolo non subisse alcuna perdita di energia esso oscillerebbe indefinitamente, ma abbiamo le resistenza dell'aria, l'attrito dei perni ecc., quindi esso finirà col fermarsi dopo un certo tempo.

Anche nella scarica oscillante abbiamo delle perdite: calore sviluppato dalle scintille, calore sviluppato nelle resistenze, sia pure debolissime, del circuito, riscaldamento del dielettrico, perdite per effluvio, ecc., senza contare la parte di energia spesa utilmente, cioè quella irradiata nello spazio.

In ogni caso durante le prime oscillazioni perdiamo sempre una certa quantità di energia, quantità che non possiamo evidentemente più ritrovare nella seconda scarica; e la terza avrà un'energia inferiore alla seconda e così via. Le oscillazioni diventano cioè sempre più deboli o « smorzate » sino a cessare, e il fenomeno si può graficamente rappresentare come in figura 23.

Si è detto che le perdite principali sono dovute al riscaldamento conseguenza della resistenza del circuito e più specialmente alla resistenza dell'intervallo d'aria in cui scocca la scintilla. Se la resistenza del circuito fosse troppo forte, la scarica non sarebbe più oscillante, ma continua, cioè il circuito diventerebbe « aperiodico ».

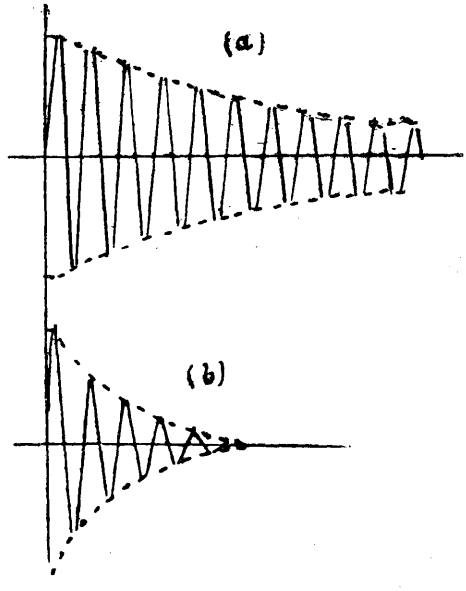


Fig. 23. — Oscillazioni a debole ed a forte smorzamento

I radiotecnici sanno che la condizione cui deve obbedire un circuito oscillante è espressa dalla seguente disuguaglianza:

$$R^2 < \frac{4\,L}{C}$$

in cui R è la resistenza ohmica del circuito, L la self-induzione e C la capacità. Questa formula è dovuta a Lord Kelvin.

Ma lasciamo da parte le formule e ritorniamo alle cose semplici.

Un pendolo libero non può oscillare indefinitamente ma giungerà un istante in cui si fermerà. Se vogliamo mantenere il movimento costante per un certo tempo bisognerà aggiungergli una molla od un peso motore (il vecchio contrappeso degli orologi) capace di compensare le perdite dovute all'attrito.

Un circuito elettrico oscillante si trova nelle stesse condizioni: se vogliamo ottenere scariche di ampiezza costante bisognerà rifornirlo di energia per compensare le perdite dovute alle resistenze.

Compensando esattamente le perdite non vi è più alcuna causa di smorzamento ed avremo delle oscillazioni regolari e continue: sono le oscillazioni persistenti. Esse non sono più divise in gruppi o treni di onde, ma si succedono rigorosamente simili salvo quando sono interrotte dal tasto manipolatore (radio-telegrafia) o sottoposte all'azione modificatrice di un microfono (modulazione radio-telefonica).

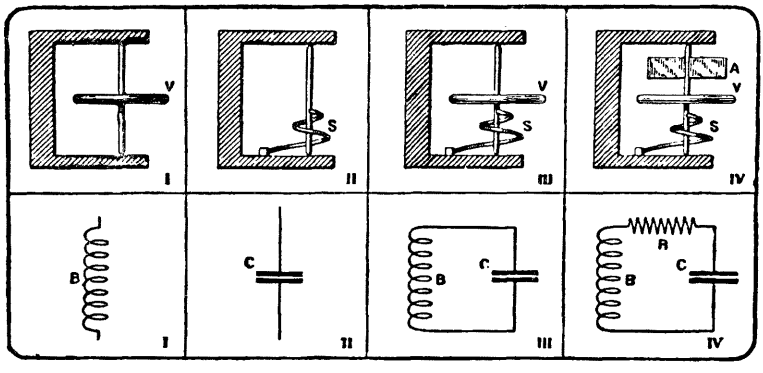


Fig. 24. — Un paragone efficace per comprendere il circuito oscillante

Benchè l'esposizione ora fatta sia abbastanza chiara, credo utile citare un paragone che meglio di ogni altra cosa servirà a spiegare elementarmente il comportamento del circuito oscillante. Supponiamo di avere (fig. 24) un supporto con un volante V libero di ruotare attorno al proprio asse. Se noi tentiamo con un dito di mettere in moto questo volante, a causa della sua inerzia, impiegheremo un certo sforzo per portarlo ad una velocità determinata, insomma esso prima di muoversi immagazzina una certa quantità di energia. Se noi tentiamo di arrestare il volante durante la sua corsa, sentiremo che esso ci restituirà quella parte di energia precedentemente immagazzinata per metterlo in moto. Una self inserita in un circuito si comporta esattamente nello stesso modo. Infatti in principio si oppone al passaggio della corrente e immagazzina una certa quantità di energia che ci restituirà più tardi.

Ora, invece del volante, supponiamo di avere una molla a spirale montata sull'albero. Se con un dito cerchiamo di far girare l'asse non incontreremo inizialmente una resistenza contraria al nostro sforzo, ma facendo ruotare l'albero sentiremo che lo sforzo aumenta progressivamente sinchè la molla sia carica.

Quest'energia ci è restituita quando la molla è abbandonata a sè stessa.

Nello stesso modo si comporta il condensatore con la corrente elettrica.

Mettiamo ora insieme la molla e volante e carichiamola sino al massimo della torsione abbandonandola poi a sè stessa. Tutto il sistema inizierà una serie di movimenti alternativi equivalenti a quelli che si verificano in un circuito oscillante.

Se noi aggiungiamo al sistema due palette od ali A avrema raggiunto un dispositivo che, a causa della resistenza incontrata nell'aria, ridurrà notevolmente le oscillazioni e quindi lo smorzamento sarà più lento.

Il paragone trova le seguenti rispondenze: il volante equivale alla self, la molla al condensatore, le palette alla resistenza elettrica del circuito.

La lunghezza d'onda generata da un circuito oscillante dipende dai valori della self e della capacità e questo legame è espresso dalla formula di Thomson:

$$\lambda = 2 \pi V \sqrt{L C}$$

in cui λ è la lunghezza d'onda in metri, π è il noto numero 3,14, V è la velocità della luce, L il valore della self in henry, C la capacità in farad. Poichè i valori di π e di V sono fissi si semplifica la formula riducendola a:

$$\lambda = 1885 \sqrt{L C}$$

formula che dimostra come sia possibile variare la lunghezza d'onda di un circuito oscillante variando L e C ossia la self e la capacità.

La risonanza.

Prima di parlare della risonanza elettrica conviene avere un'idea ben chiara di questo fatto fisico e prenderemo qualche esempio da un'altra categoria di vibrazioni famigliari a tutti: i suoni.

Il suono è una vibrazione materiale dell'aria: suonando uno strumento, per esempio un violino, noi facciamo vibrare le corde con un archetto e queste vibrazioni urtano le particelle d'aria circostanti, mettendole in movimento. Si forma così un'onda sonora che si propaga in tutte le direzioni con una velocità costante, 330 metri al secondo.

Come un'onda hertziana si propaga con la velocità di 300.000 km. al secondo, qualunque sia la sua frequenza, così anche i suoni si propagano tutti con la stessa velocità, siano essi note alte o note basse.

Ogni nota si distingue dalle altre perchè ha una frequenza di vibrazione diversa. Così ad esempio un *la* normale di un diapason corrisponde a 435 vibrazioni al secondo.

Il nostro orecchio non è molto perfetto perchè sente solo le vibrazioni comprese in una certa frequenza, in genere fra 16 e 6000 vibrazioni al secondo. Se l'orecchio potesse sentire anche le frequenze più elevate esso avvertirebbe benissimo i segnali radiotelegrafici senza bisogno di apparecchi. Se vogliamo convincerci della incapacità del nostro orecchio basterà fare questa semplicissima esperienza: fissare

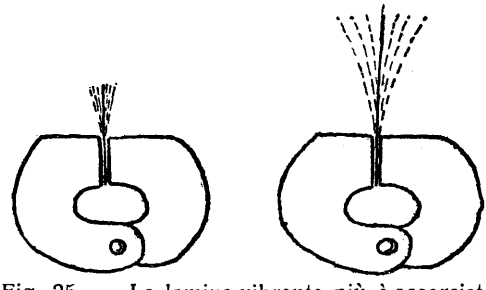


Fig. 25. — La lamina vibrante più è accorciata e più vibra rapidamente sino ad una frequenza tale da non dare più un suono udibile

in una morsa una lamina di acciaio, piegarla da una parte e poi lasciarla andare: essa si metterà a vibrare e darà un suono corrispondente ad una nota bassa.

Accorciamo ora il ferro vibrante, esso darà una nota più acuta, accorciamolo ancora ed arriveremo al punto in cui lo vedremo vibrare senza percepire alcun suono. Se la lamina continua a vibrare vuol dire che essa continua a dare un suono, ma questo sarà talmente acuto, cioè di frequenza elevata da superare il limite di audibilità dell'orecchio.

Resta così stabilita una relazione fra l'altezza dei suoni e la frequenza di vibrazione.

Volendo far dello spirito si potrebbe dire che un uomo dalla voce bassa parla a bassa frequenza mentre un soprano parla ad alta frequenza.

Qui importa subito far una distinzione: negli apparecchi ricevitori abbiamo due specie di circuiti, quelli percorsi dalle onde ricevute dall'antenna, cioè a frequenza elevatissima o *radiofrequenza* non udibile e i circuiti telefonici percorsi da una frequenza minore udibile o *audiofrequenza*.

I suonatori prima di iniziare un'esecuzione accordano i loro strumenti; questa operazione che abbiamo visto fare centinaia di volte ci può dare un'idea del fenomeno di risonanza.

Supponiamo di battere un colpo sulla nota *la* di un pianoforte, noi emetteremo così un'onda sonora della frequenza di 435 periodi

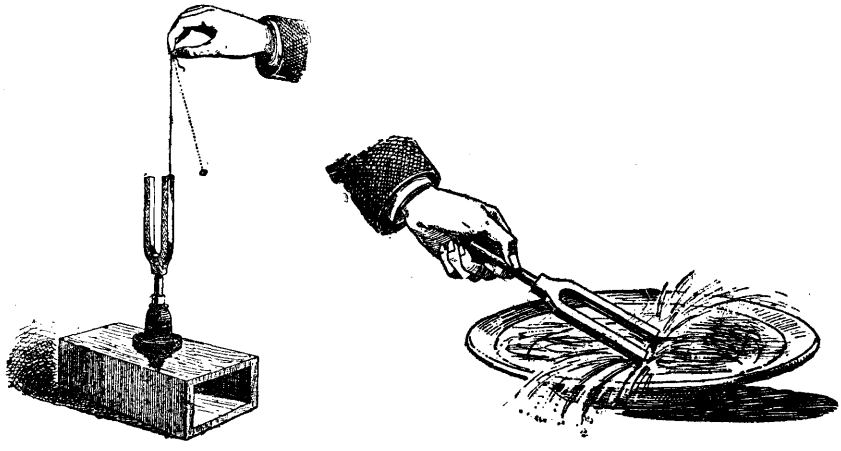


Fig. 26. — Un diapason posto in vibrazione darà sempre un suono, magari tanto acuto o tanto basso che il nostro orecchio non lo percepisce più; se vogliamo assicurarci che esso vibra ancora occorre un rivelatore più sensibile del nostro orecchio, basterà avvicinargli un granello di piombo o l'acqua di un piatto e che saranno proiettati vivamente

al secondo. Quest'onda sonora si propagherà nella camera sollecitando tutti gli oggetti circostanti ad entrare in vibrazione. Vicino al piano si trova un violino ben accordato e le sue corde riceveranno tutte l'urto dell'onda sonora, ma solo la corda che corrisponde al *la* si met-

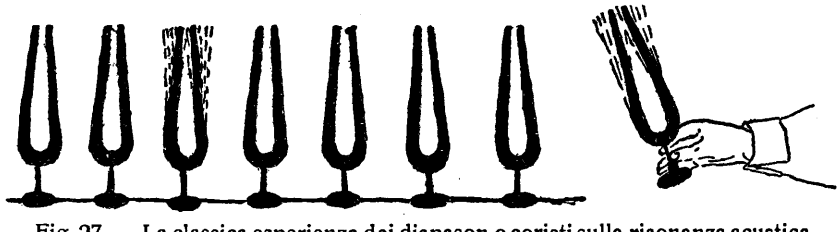


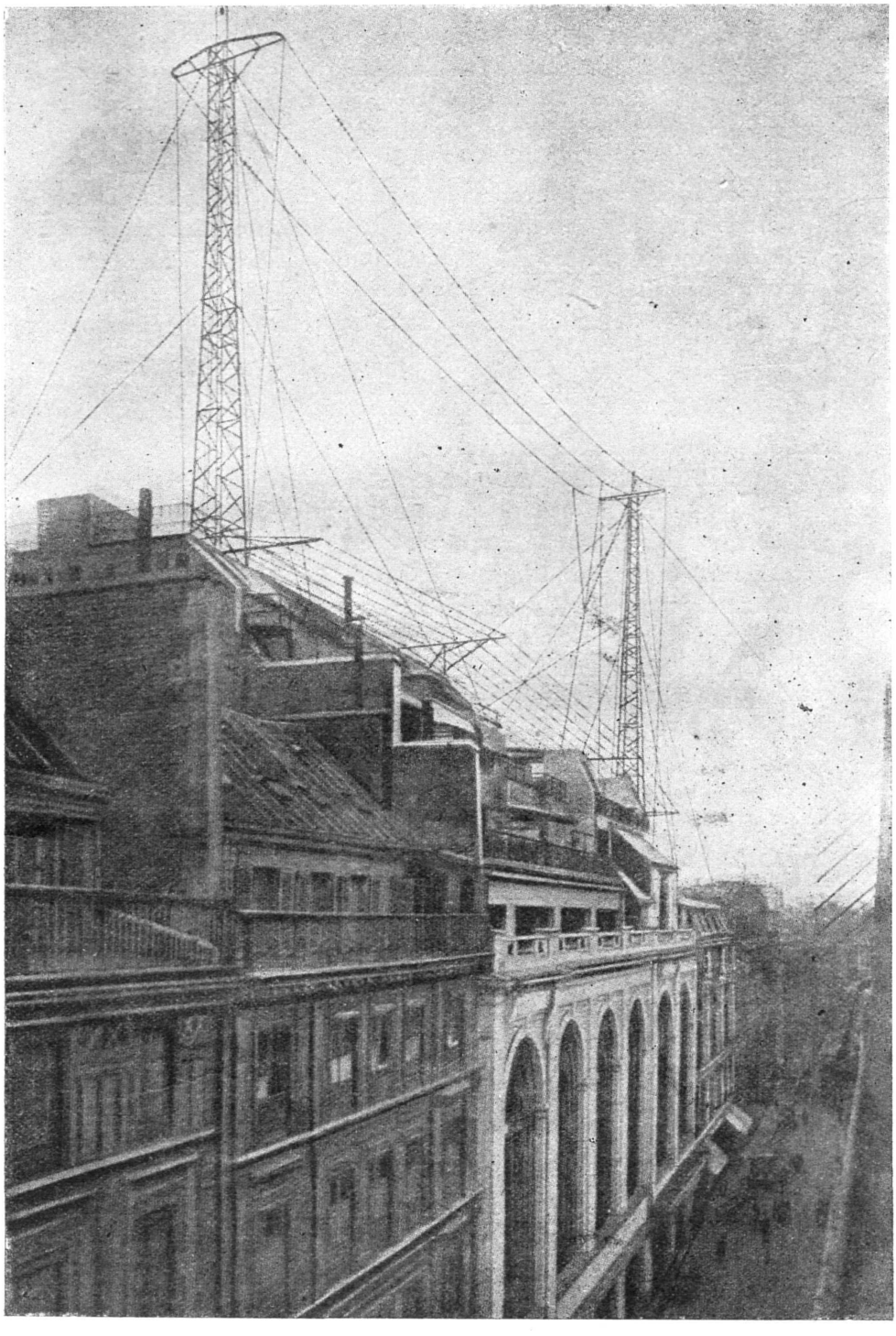
Fig. 27. — La classica esperienza dei diapason o coristi sulla risonanza acustica

terà spontaneamente in vibrazione dando un suono udibile, mentre le altre corde rimarranno mute.

Lo stesso esperimento viene fatto nei gabinetti di fisica con i *diapason*. Un diapason è una forcella in acciaio a due braccia (fig. 27) che urtata può dare un suono musicale. Si hanno diversi diapason

Prezzo L. 1,50 - *Supplemento al N.° 1 (1926)* di "IL GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI" G. Lavagnolo, *direttore-responsabile*

Prezzo L. 1,50 - *Supplemento al N.° 2 (1926)* di "IL GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI", G. Lavagnolo, *direttore-responsabile*



Un'antenna trasmettente e il suo contrappeso

corrispondenti alle varie note musicali. Poichè ogni diapason corrisponde ad una nota, esso avrà un *periodo proprio* di vibrazione diverso dagli altri. Mettiamo in presenza diversi diapason e battiamo un colpo su quello che dà la nota *mi*, tutti gli altri diapason rimarranno fermi, ma quello che corrisponde al *mi* si metterà a vibrare.

Questo è il fenomeno di *risonanza* che è continuamente applicato nelle radiocomunicazioni: gli organi vibranti non sono altro che i circuiti oscillanti.

Qui il Lettore incomincierà ad intravedere la spiegazione ad una domanda che tutti si sono posta. Dalle ore 20 alle 24 abbiamo in Europa almeno qualche centinaio di stazioni che trasmettono contemporaneamente notizie o concerti e noi possiamo con un apparecchio ricevere a volontà una qualunque di queste stazioni, escludendo tutte le altre. Infatti manovrando condensatori e self noi mettiamo il nostro apparecchio in *accordo* o in *risonanza* con la stazione che vogliamo ricevere. E' vero che qui si tratta di risonanza elettrica e non di risonanza musicale, ma il fenomeno è identico.

Abbiamo detto che un diapason, uno strumento musicale ecc., entra in vibrazione di risonanza solo per una data frequenza mentre non risponde alle frequenze diverse. Perchè?

Qualche esempio meccanico ci farà comprendere meglio il fenomeno. Montiamo su un'altalena e cominciamo ad imprimergli delle spinte per farla oscillare, spinte o troppo rapide o troppo lente.

L'altalena non riuscirà a compiere il suo regolare movimento di pendolo o al massimo oscillerà con poca ampiezza, perchè gli urti si annullano in parte fra di loro. Ma se le spinte vengono invece impresse con un ritmo regolare, all'istante giusto, vedremo che in pochi colpi questi impulsi cadenzati *si sommano* e l'altalena viaggia che è un piacere.

Un'altro caso: su un campanile vi è una grossa campana, di un peso tale che nemmeno ad appendersi con tutto il peso del corpo alla volata, si riesce a farla suonare. Che cosa fa il campanaro? Comincia ad imprimere alla corda degli impulsi cadenzati e regolari e dopo qualche istante la grossa campana comincierà a suonare. I piccoli impulsi separati si sono sommati ottenendo un risultato che non si poteva attenere con uno sforzo unico e potente. Ma per ottenere ciò abbiamo dovuto imprimere gli impulsi in modo tale che la loro frequenza corrisponda perfettamente alle oscillazioni generate sulla corda. Cioè i movimenti si sono dovuti compiere in sincronismo od in fase con le oscillazioni.

Un apparecchio ricevente è composto da uno o più circuiti oscillanti: variando la self e la capacità possiamo variare la frequenza di questo circuito e quindi metterlo in accordo con la frequenza della stazione che si vuol ricevere.

Pensiamo al modo con cui avviene una radiotrasmissione: per esempio la stazione di Parigi P. T. T. trasmette con una potenza di 500 watt, (la potenza di una grossa lampadina ad incandescenza): una potenza piccolissima lanciata in tutte le direzioni. Noi in Italia drizziamo un'antenna sul tetto della nostra casa e riceviamo perfettamente i suoi concerti. Ora quanta di questa energia irradiata da Parigi riusciamo noi a captare col nostro aereo? Una quantità piccola, piccolissima, certamente incapace di far vibrare una membrana telefonica. Non si potrebbe quindi ricevere se non intervenisse l'amplificazione dovuta alla risonanza. Regoleremo quindi il nostro apparecchio in modo che i periodi e le fasi del nostro circuito oscillante siano in concordanza con quelli di Parigi ed allora otterremo l'effetto cumulativo o di risonanza che ci permetterà di ricevere intensamente pur essendo in giuoco delle forze periodiche piccolissime.

Finora abbiamo parlato di frequenze e di accordi sulla frequenza di una data stazione ma sappiamo che la lunghezza d'onda dipende esclusivamente dalla frequenza. Ora vi è l'abitudine di identificare le stazioni con la loro lunghezza d'onda piuttosto che con la frequenza. Evidentemente è indifferente impiegare un termine o l'altro. Dire che Roma ha una frequenza di 705882 e che Parigi ha una frequenza di 600000 è la stessa cosa che dire che Roma ha una lunghezza d'onda di 425 metri e Parigi di 500 metri. Conosciuta la lunghezza d'onda possiamo sapere la frequenza e viceversa.

La selettività.

Per ottenere un massimo effetto su un apparecchio ricevitore faremo l'accordo, cioè aumenteremo o diminuiremo la capacità o la self sino a trovare il valore giusto. Se il circuito ricevitore è ben calcolato e ben eseguito la risonanza sarà molto elevata e cioè avremo una forte intensità di corrente. Per ottenere ciò bisogna che il circuito presenti poca resistenza la quale è causa dello smorzamento delle oscillazioni. Se l'apparecchio è mal studiato, o con fili troppo sottili, connessioni mal saldate, isolanti cattivi, ecc., abbiamo altrettante cause di smorzamento che danneggiano la risonanza.

Un circuito a debole smorzamento è molto *selettivo* cioè permette di separare nettamente due trasmissioni che avvengono contemporaneamente con una minima differenza nella lunghezza d'onda.

Nei circuiti a grande smorzamento abbiamo invece una risonanza fiacca e poco acuta che non riesce a separare bene i segnali delle diverse stazioni.

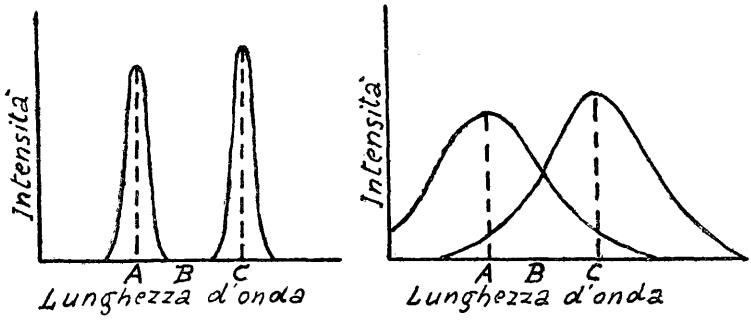


Fig. 28. — Un apparecchio selettivo permette di separare nettamente due trasmissioni che avvengono su lunghezza d'onda poco diversa. Se invece l'apparecchio è scarsamente selettivo i segnali ricevuti sono confusi

Il fenomeno è rappresentato graficamente dalla figura 28 che a sinistra si riferisce ad un circuito molto selettivo e a destra ad un circuito scarsamente selettivo.

Regoliamo gradatamente l'apparecchio esso non riesce dapprima ad imbattersi in nessuna trasmissione, poi trova la stazione A e la riceve, intensamente, regoliamo ancora e la stazione sparisce subito in B, in C troviamo un'altra stazione che trasmette con lunghezza d'onda leggiermente diversa. Nella figura risulta che le curve di risonanza A e C sono separate ben nettamente e potremo ricevere senza che una stazione disturbi l'altra.

Proviamo ora un'altro tipo di apparecchio ricevente, ma questo sia a grande smorzamento. La grande resistenza dei suoi circuiti fa sì che le oscillazioni non siano libere ed agili, infatti la resistenza contrasta ai loro movimenti. Le curve di risonanza risulteranno piatte, noi siamo accordati sulla stazione A ma le onde di C producono ancora un effetto notevole. Così i segnali sono confusi e non si riesce a sentire nitidamente ne A ne C. Un simile circuito si dice che non è *selettivo* cioè non permette di selezionare o separare le stazioni vicine. La selettività non aveva un tempo una grande importanza perchè le trasmittenti erano poche e trasmettevano con

orari diversi, ma ora che ogni giorno sorge una trasmettente nuova e che fra le loro lunghezze d'onda non esiste che un intervallo di pochi metri, la selettività ha un importanza grandissima.

Un buon apparecchio ricevente ci deve permettere, fra le migliaia di comunicazioni che solcano lo spazio, di afferrare quella data stazione senza essere disturbati dalle altre.

Non vi è nulla di più urtante che quando si ascolta per esempio una deliziosa serenata andalusa da Madrid, sentire simultaneamente Amburgo che comunica i prezzi del bestiame o la stazione militare di X che comunica telegraficamente che il soldato radiotelegrafista Tal dei Tali è andato in licenza di giorni quattro!

Nella scelta degli apparecchi bisogna dunque essere molto esigenti in fatto di selettività.

Vi è tuttavia un caso speciale in cui si cerca precisamente l'opposto e questo caso si presenta nella marina. Com'è noto in marina si usano ancora le trasmettenti a scintilla a onde smorzate, quindi per sè stesse poco selettive. Una trasmettente di questo genere si sente fortissima anche con apparecchi non in accordo su quella lunghezza d'onda. Ma vi è il suo buon motivo: una nave in caso di pericolo lancia il segnale di soccorso S. O. S. ed ha bisogno di essere udita da tutti, anche da quelle navi che in quel momento sono accordate su un'altra lunghezza d'onda.

Siccome però le onde smorzate disturbano le trasmissioni che avvengono contemporaneamente, così quasi tutte le navi hanno due trasmettenti: una ad onde persistenti per le segnalazioni ordinarie ed una a onde smorzate quando si vuole essere intesi da tutti.

CAPITOLO II.

LA RADIOTELEGRAFIA

Prima di parlare della radiofonia conviene accennare, sia pure sommariamente alla radiotelegrafia che ne ha preceduto lo sviluppo e con la quale essa presenta ancora tanti punti di rassomiglianza.

Infatti dai primi dispositivi di Marconi (1895-96) siamo giunti alla moderna trasmettente radiofonica mediante progressivi perfezionamenti e modificazioni.

Il primo dispositivo di Marconi è ancora adoperato in alcuni casi ed è noto col nome di eccitazione diretta in pieno aereo.

La stazione trasmettente si compone di un conduttore verticale A, chiamato *aereo* od *antenna* lungo una ventina di metri e terminante in una sferetta S (fig. 30) affacciata a breve distanza (pochi

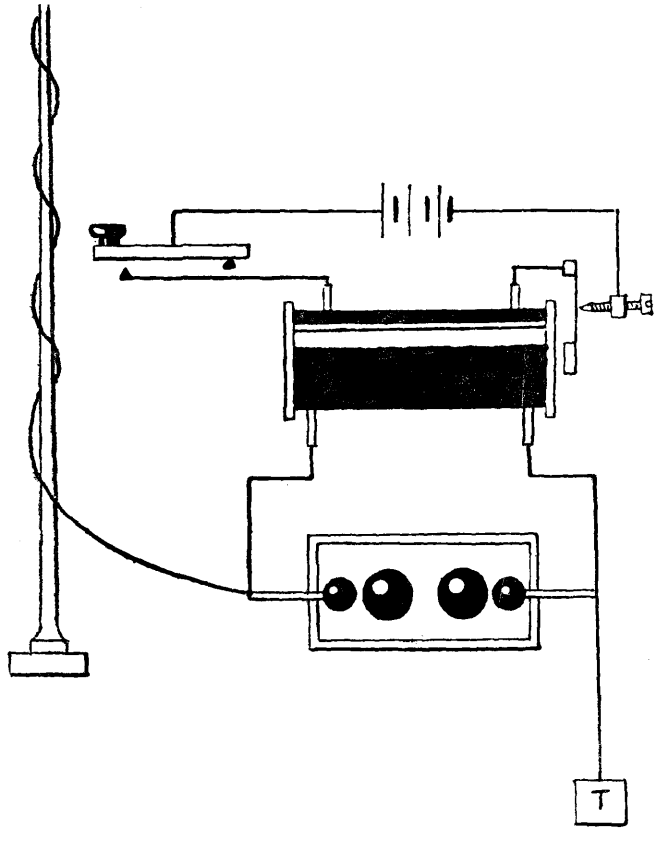


Fig. 29. — Trasmettente telegrafica Marconi (vecchio tipo)

millimetri) ad un'altra sferetta S la quale è in buona comunicazione con il suolo mediante un filo corto e di grossa sezione. Le sferette S ed S costituiscono quello che si chiama uno spinterometro o deflagatore. Gli estremi dello spinterometro sono connessi con una sorgente di elettricità capace di fornire correnti ad alta tensione (trasformatore o Rocchetto di Ruhmkorff) in modo da ottenere delle scariche ben nutrite fra le sferette stesse. Chiudendo il manipolatore o tasto si lancia la corrente nel primario del rocchetto e si ottiene una cor-

rispondente serie di scintille, producendo nell'aereo delle analoghe correnti oscillanti le quali si propagano tutt'intorno sotto forma di

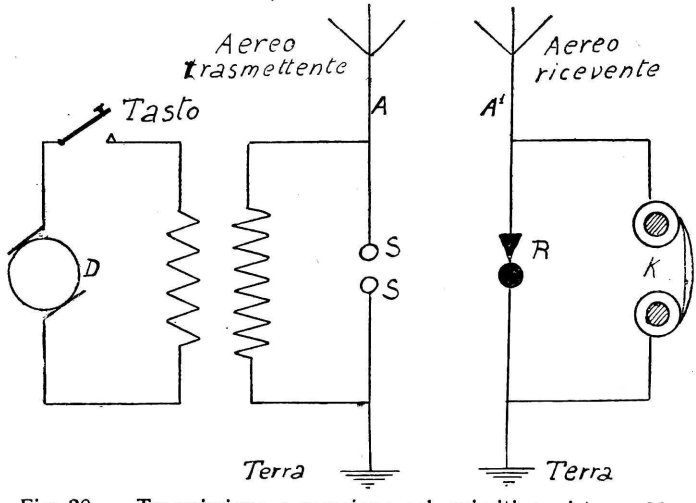


Fig. 30. — Trasmissione a recezione col primitivo sistema Marconi; notare che non esistono condensatori e che l'aereo è contemporaneamente oscillatore e irradiatore

Guglielmo Marconi ed uno dei suoi primi apparecchi

onde elettromagnetiche. Guidate dalla superficie terrestre queste onde incontrano un conduttore analogo A' (aereo ricevente di dimensioni identiche al primo ed esso pure in comunicazione col suolo attraverso ad un organo rivelatore o detector).

Il Lettore osserverà che in quest'impianto mancano i condensatori che sono sostituiti dalla capacità dell'aereo. Infatti ogni conduttore si comporta un po' come un condensatore ed ha una capacità propria. In questo caso la capacità dell'aereo è sufficiente.

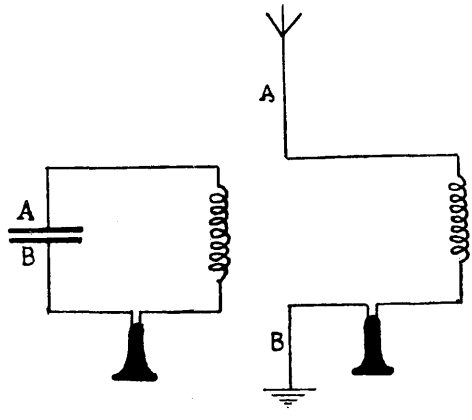


Fig. 31. — Il circuito oscillante chiuso e quello aperto

Poichè l'aereo trasmettente e quello ricevente hanno le stesse dimensioni, avremo il fenomeno di risonanza, cioè le forze elettromagnetiche dell'onda, pur essendo indebolite dalla distanza ed avendo valori estremamente piccoli, mettono in vibrazione l'aereo ricevente destando in esso delle correnti ad altissima frequenza succedentisi a gruppi separati dagli stessi intervalli brevi o lunghi di quelli della stazione emittente. Queste correnti oscillanti, opportunamente modificate dal rivelatore o detector, si traducono in segnali percettibili al telefono (se si riceve ad udito) o capaci di azionare un apparato Morse scrivente (ricezione grafica).

Notiamo che l'aereo di Marconi è un circuito aperto, quindi non solo oscillatore, ma anche buon irradiatore di onde (fig. 31).

Notiamo anche che essendo l'aereo stesso in comunicazione con la terra, questa prende parte importante non solo alla formazione, ma anche alla propagazione delle onde. Infatti le onde si propagano a grandissime distanze appunto perchè la terra, l'acqua del mare ecc.

essendo sostanze conduttrici le guidano da un capo all'altro della terra malgrado la presenza di ostacoli (montagne).

In un montaggio di questo genere la parte più importante è il cosidetto circuito *aereo-terra* e si nota che l'aereo è contemporaneamente oscillatore e irradiatore.

Gli inconvenienti di questo sistema sono parecchi: anzitutto la capacità di un aereo filiforme è sempre molto piccola (meno di un millesimo di Microfarad), la tensione di scarica non può superare i 20.000 volt a causa delle difficoltà di isolamento, le scariche non possono essere molto rapide e perciò la potenza sull'aereo è sempre piccola.

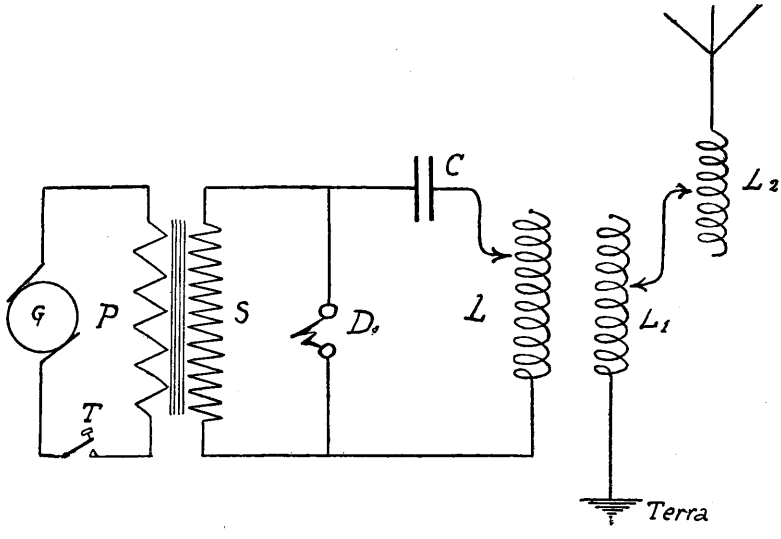


Fig. 32. — Trasmettente Marconi a circuiti accoppiati in risonanza. L'aereo è solo irradiatore. G generatore, P, S primario e secondario del trasformatore, D deflagratore o spinterometro, C condensatore, L self d'eccitazione, L_1 self di accoppiamento (queste due self costituiscono un trasformatore senza nucleo di ferro, quello che Marconi ha chiamato *jgger*, L_2 self d'intonazione od accordo)

Ma l'inconveniente più grave è che l'aereo, essendo un circuito aperto, irradia troppo presto l'energia cioè è un irradiatore troppo rapidamente smorzato. Le onde emesse sono raccolte da tutti gli apparecchi riceventi che si trovano in un dato raggio, anche se essi non sono in *accordo* sulla lunghezza d'onda. Due o tre trasmittenti di questo genere che lavorassero nella stessa ora creerebbero una babele di segnali.

L'eccitazione diretta ha però dei vantaggi: 1° un segnale è raccolto da tutti gli apparecchi situati nel suo raggio d'azione, qualunque sia la lunghezza d'onda sulla quale sono accordati. 2° Si raggiungono grandi distanze: con circa 30 watt sull'aereo (una spesa di energia uguale a quella di una comune lampadina da 25 ÷ 30 candele) si ha una portata di circa 200 km.

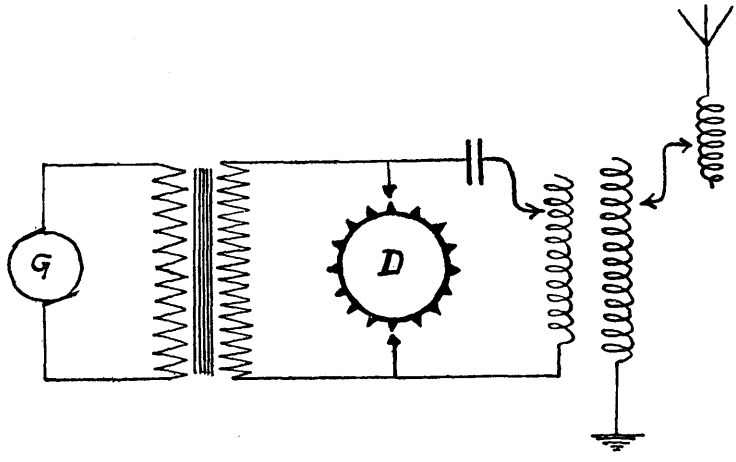


Fig. 33. — Lo spinterometro è sostituito da un disco dentato che permette di raddoppiare il numero delle scintille lavorando così con maggior rendimento

Si dovette quindi studiare un circuito che avesse smorzamento minore e permettesse di lavorare con una maggior potenza sull'aereo.

Questo è quello che ha fatto Marconi nel 1900 con il suo brevetto N. 7777 che ha segnato il più grande perfezionamento della T. S. F. In questo caso la scarica oscillante non avviene più su un circuito aperto (aereo-terra) ma bensì in un circuito *chiuso* il quale oscilla bene, *ma irradia male,* cioè irradia lentamente l'energia tendendo invece a conservarla. Accanto a questo circuito che si può dire unicamente oscillatore, vi è un circuito aperto irradiatore, cioè un circuito aereo-terra. Le correnti oscillanti del primo circuito si comunicano *per induzione* al secondo il quale le lancia nello spazio.

Per ottenere un massimo effetto con una minima potenza, il circuito oscillatore è in accordo o risonanza col circuito irradiatore.

La figura 32 rappresenta una stazione a scintilla Marconi basata appunto su questo principio e cioè ad eccitazione indiretta con circuiti in risonanza.

Essa si compone:

1. - Di un generatore G di corrente alternata a frequenza industriale o quasi (da 200 a 500 periodi) cioè bassa frequenza.

2. - Un trasformatore elevatore con nucleo di ferro, il cui secondario S fornisce correnti ad alta tensione al circuito oscillante.

3. - Un circuito oscillante composto da uno spinterometro D, una capacità C ed una self-induzione regolabile L.

4. - Un secondo trasformatore L L' senza nucleo di ferro, cioè un trasformatore radiotelegrafico che Marconi chiama Jgger (pro-

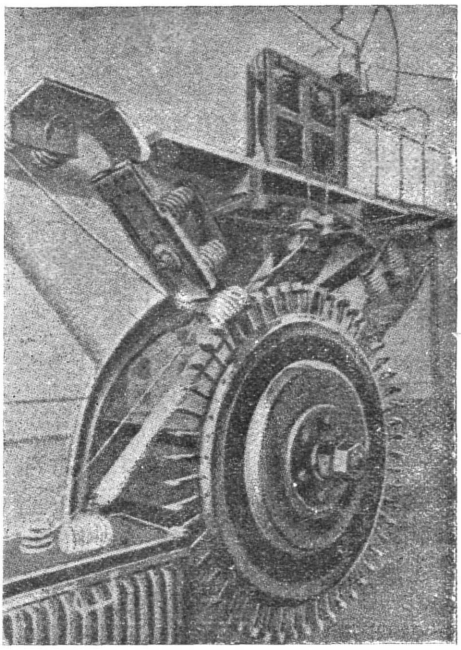


Fig. 34. — Spinterometro rotante della stazione ultrapotente di Bordeaux (La Doua)

nunzia gigher) il quale è accoppiato induttivamente col circuito aereo-terra.

Sovente lo spinterometro è sostituito da un disco dentato fatto di metallo antiarco (zinco e leghe) il quale ruota con velocità determinata fra due elettrodi fissi (fig. 33). Esso permette di regolare meglio il numero delle scintille a seconda del suo numero di denti e della velocità e quindi permette di lavorare col massimo rendimento.

Vediamo come funziona questa trasmettente. Ad ogni abbassamento del tasto T una corrente viene lanciata nel primario P ed ele-

vata ad alta tensione nel secondario S. Qui abbiamo il solito circuito oscillante che ci darà delle scariche ad altissima frequenza nello spinterometro S. Queste scariche generano delle onde che non sono subito irradiate, ma trasmesse per induzione dalla self L alla self d'accoppiamento L', che fa parte del circuito irradiatore dell'antenna. Durante l'irradiazione le onde vengono ancora regolate da una self d'intonazione o di accordo L_2 situata ai piedi dell'antenna.

Il punto più importante del circuito è l'accordo fra il circuito oscillante e quello irradiatore.

L'eccitazione indiretta presenta grandi vantaggi: si può aumentare la capacità del circuito oscillante e la potenza di irradiamento, cioè il numero dei watt sull'antenna. Ma il vantaggio principale è quello di aumentare gli effetti di risonanza diminuendo lo smorzamento delle oscillazioni.

Infatti con l'eccitazione diretta si aveva l'energia irradiata troppo rapidamente e le oscillazioni risultavano in rapido decrescimento o decremento.

Nel caso del circuito oscillante chiuso abbiamo invece un irradiamento più lento cioè con diminuzione o decremento meno sentito. La sintonia sarà più acuta, cioè diverse trasmettenti potranno lavorare contemporaneamente senza disturbarsi a vicenda, per poco che differiscano sulla lunghezza d'onda.

Propagazione delle radio-onde.

Abbiamo visto come nei primi esperimenti di Marconi, l'antenna fosse costituita da un semplice conduttore unifilare, teso verticalmente ed in contatto col suolo; oggi si preferiscono invece le antenne orizzontali costituite da più fili.

Ricordiamo che l'antenna costituisce di per sè un circuito oscillante vero e proprio, avente self-induzione e capacità (fra i fili orizzontali e la discesa vi è sempre della self-induzione, la capacità è data da un condensatore immaginario costituito dai fili tesi orizzontalmente e dalla terra (armature) e dallo stato isolante di aria interposto (dielettrico)).

La lunghezza d'onda ottenuta con una data antenna dipende dunque da queste costanti dell'aereo e precisamente *la lunghezza d'onda ottenuta è uguale a 4 volte la lunghezza dell'antenna od a lunghezze multiple dispari di essa.*

Cioè l'aereo vibra ad un quarto d'onda. Le frequenze multiple dispari si chiamano *armoniche*.

Se abbiamo un aereo unifilare lungo 100 metri, la sua lunghezza d'onda fondamentale sarà di 400 metri, un aereo bifilare di 50 metri darebbe lo stesso risultato.

Noi possiamo ascoltare una data stazione sia mettendoci in accordo sulla sua lunghezza d'onda fondamentale, sia mettendoci in accordo con le sue armoniche.

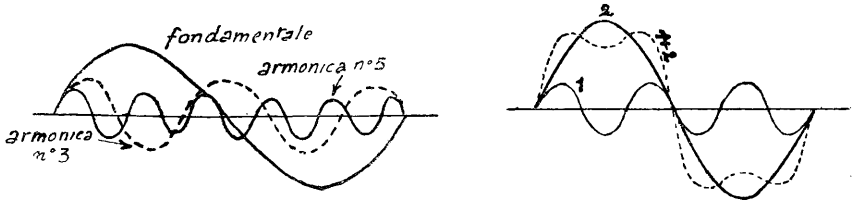


Fig. 35. — Onda fondamentale e armoniche 3ª e 5ª
Fig 35*bis* — Onda fondamentale (2) affetta da un'armonica di 3° grado (1) che la modifica ottenendo la risultante (1+2)

Per esempio, la stazione X trasmette con una lunghezza d'onda di 15.000 metri. Noi potremo ascoltarla sia accordandoci su 15.000, sia sulle armoniche multiple dispari di essa e cioè, la prima armonica sarà: $\lambda_1 = \frac{15000}{3} = 5000$ metri

la seconda sarà: $\lambda_2 = \frac{15000}{5} = 3000$ metri

la terza: $\lambda_3 = \frac{15000}{7} = 2100$ metri

e così via per gli altri multipli dispari.

Il Lettore vedrà subito una conseguenza importante e cioè: una stazione che emette ad una data lunghezza d'onda, disturberà quelle altre stazioni che trasmettono contemporaneamente su lunghezze d'onda che corrispondono alle sue armoniche. Nascono cioè quei disturbi che si chiamano *interferenze*.

Questo spiega pure perchè talvolta si possa ricevere la medesima stazione su due posizioni diverse: una volta si riceverà su fondamentale e l'altra su armonica. Le armoniche rappresentano un grave inconveniente e si cerca sempre di eliminarle: esse sono sensibilissime con le onde smorzate e quasi inavvertite con le onde persistenti.

Da ciò che si è detto parrebbe che una data antenna non possa emettere che onde di una data lunghezza. E poichè ciò che si è detto

per la trasmissione vale anche per la recezione ne risulterebbe che due posti (uno trasmettente e uno ricevente) per potersi intendere dovrebbero avere due *antenne uguali*. Così ad esempio un'antenna

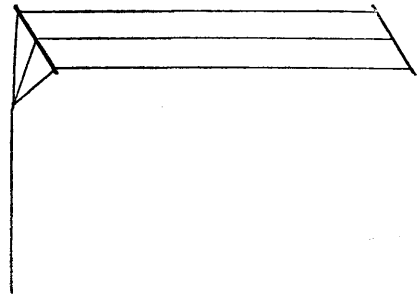


Fig. 36. — Aereo a coda

fatta per sentire Roma (sviluppo circa 106 metri), dovrebbe allungarsi od accorciarsi tutte le volte che si vuol sentire qualche altra stazione.

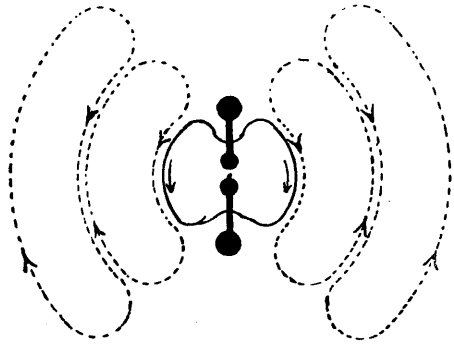


Fig. 37. — Propagazione delle radio-onde da uno spinterometro

Ma un'antenna non è altro che un circuito oscillante e perciò potremo modificare il suo valore aggiungendo o togliendo della self-induzione o della capacità.

Non c'è quindi bisogno di modificare materialmente un'antenna, ma basterà allungarla od accorciarla elettricamente.

Per aumentare la lunghezza d'onda di un antenna basta inserire una self sulla base del circuito aereo-terra.

Per diminuire la lunghezza d'onda basterà inserire un condensatore sulla base del circuito aereo-terra.

Osservate mentre qualcuno manovra un apparecchio ricevente, vedrete che prima di tutto regolerà i condensatori e le bobine di self, cioè non farà altro che variare la lunghezza d'onda della propria antenna sino a renderla elettricamente uguale od in accordo con l'antenna della stazione che vuol ricevere. Quest'operazione si chiama: fare l'accordo dell'aereo.

Le antenne più usate appartengono al cosidetto tipo *a coda* (fig. 36) e sovente si nota che esse non hanno la presa di terra che è sostituita da un *contrappeso* il quale ha lo stesso ufficio.

Il contrappeso è costituito da dei fili, isolati da terra, lunghi almeno come l'antenna e tesi parallelamente sotto di essa.

Fig. 38. — Influenza della terra sulla propagazione

Il contrappeso è utile specie nelle trasmettenti situate in città, ove il suolo è continuamente percorso da correnti di varia natura (correnti di ritorno alle centrali, tram elettrici con ritorno a terra, correnti vagabonde, ecc.) che renderebbero incostante il valore della presa di terra.

Un caso poi in cui il contrappeso è indispensabile è in aviazione: non si potrebbe infatti concepire un aeroplano con... la presa di terra. Anche in questo caso l'antenna è sostituita da un conduttore che il pilota, appena in volo, lascia penzolare dall'apparecchio, e il contrappeso è formato dalla massa metallica del motore.

Vediamo ora come si propagano le radio-onde. Nel caso dell'aeroplano in volo non vi è alcun dubbio, esse si diffondono sfericamente in tutte le direzioni.

Nel caso di stazioni terrestri il suolo esercita una azione preponderante che modifica tutto il meccanismo della trasmissione.

Immaginiamo uno spinterometro in cui avvengano delle scariche ad alta frequenza; sappiamo che le cariche si invertono e vanno (figg. 37 e 38) da *e* ad *a*, poi da *a* ad *e* e così via.

Trattandosi di movimenti rapidissimi l'inerzia dell'ambiente ten-

derà ad opporsi a queste brusche inversioni di flusso. Dopo un tempo brevissimo *t*, le linee di forza tendono a stringersi progressivamente vale a dire le loro estremità (*b*) si avvicineranno alle sferette.

A causa dell'inversione delle cariche nascerà una nuova linea di forza da *e* ad *a*, e la prima onda si staccherà (*c*).

Le linee di forza si staccano ad ogni alternanza e vanno propagandosi nello spazio allargandosi.

Un'antenna verticale propaga uniformemente le radio-onde in tutte le direzioni.

Un'antenna costituita da uno o più fili orizzontali le propaga invece con maggior intensità nella direzione corrispondente a quella dei fili e nel senso corrispondente all'estremità dell'aereo da cui si stacca la discesa che va alla terra.

La superficie terrestre esercita un'azione assai importante sulle radio-onde, guidandole nel loro percorso.

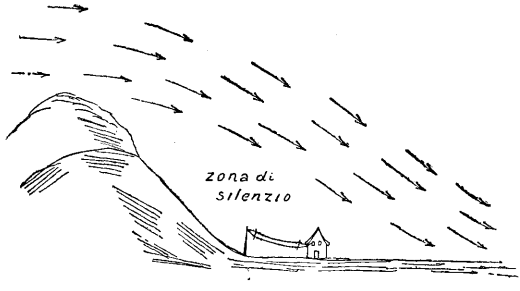


Fig. 39. — L'antenna non deve mai essere posta a ridosso di un ostacolo

Una superficie umida, cioè buona conduttrice, facilita la propagazione, mentre un terreno secco, che diventa impermeabile a poca profondità, provoca un grande assorbimento, cioè arresta le radio-onde.

Il fenomeno è stato rilevato nelle zone desertiche, ove per corrispondere a pochi chilometri di distanza occorre già una potenza rilevante. In particolare si è trovato che una stazione trasmettente la cui portata raggiunge i 1000 km. su una superficie perfettamente conduttrice, non raggiunge più di un ventesimo di tale distanza quando il suolo è eccessivamente secco.

La seguente tabella mostra i dati di alcune esperienze fatte in proposito.

Condizioni della superfice	Portata in Km.
Superfice perfettamente conduttrice	1000
Superfice del mare . . .	920
Superfici di paludi . . .	700
Suolo umido	560
Suolo semi-umido	270
Suolo asciutto	150
Suolo assolutamente secco . .	55

Quindi le radio-onde prendono preferibilmente le vie del mare e ciò spiega per esempio come certe stazioni inglesi siano ricevute benissimo in America, mentre non sono ricevute nella Svizzera che pertanto è molto più vicina.

Le montagne si comportano come uno schermo alle radio-onde: però esse sono valicate benissimo se si tratta di catene coperte di vegetazione ed umide, costituiscono invece un ostacolo quando sono aride oppure piene di minerali che provocano un assorbimento.

Per le radio-comunicazioni si pretende che l'antenna sia sempre ben disposta, su uno spiazzo libero e mai a ridosso di un ostacolo (fig. 39).

Il tempo ha una grande influenza sulla propagazione: un tempo umido e piovoso rende più conduttivo il suolo e diminuisce le perdite, le nevicate poi esercitano un benefico influsso. Il vento non ha alcuna influenza. Solo il tempo secco è nocivo.

Notiamo poi che col tempo secco sono più frequenti le scariche atmosferiche, le quali in estate possono raggiungere un'intensità tale da rendere praticamente impossibile ogni recezione.

La figura 40 mostra un grafico rilevato su una media di alcuni anni in cui sono riportate per ogni mese l'intensità media di ricezione e l' intensità dei disturbi atmosferici. Da esso risulta che in estate le radio-onde si ricevono debolissime, e contemporaneamente i disturbi atmosferici raggiungono il massimo.

Indipendentemente dagli ostacoli incontrati, l'energia irradiata da una stazione diminuisce in ragione del quadrato della distanza percorsa.

Consideriamo infatti una trasmettente O (fig. 41). L'energia che essa irradia si disperde in tutte le direzioni e, in una porzione di terreno A' B' C' D', ne sarà inviata una certa quantità.

Questa quantità è la stessa su una superficie A B C D, che noi supponiamo a metà distanza dal punto O rispetto alla prima. Ma area di A B C D non è che la quarta parte di A' B' C' D' poichè le sue

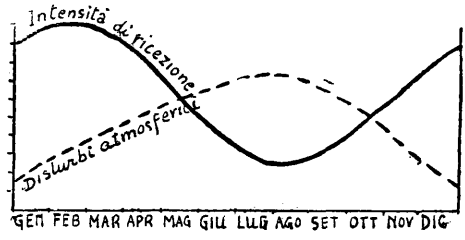


Fig. 40. — Variazione media dell'intensità di ricezione durante l'anno. In estate l'intensità è minima e i rumori parassiti atmosferici raggiungono il massimo. E' questa la stagione meno indicata per la buona ricezione

dimensioni sono uguali ciascuna alla metà delle dimensioni della superficie ora considerata.

Ne risulta che, *per unità di superficie,* l'energia ricevuta da A B C D è quattro volte maggiore di quella ricevuta da A' B' C' D.

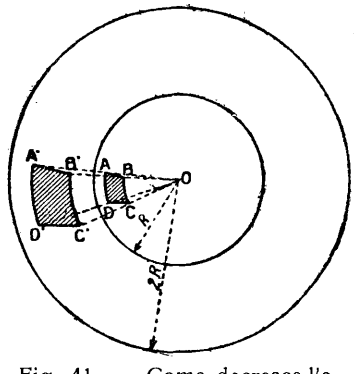


Fig. 41. — Come decresce l'energia irradiata rispetto all'unità di superficie

Se pensiamo che le stazioni che noi riceviamo benissimo, come ad esempio Parigi-Radiola, emettono con una potenza di appena 2000 watt, i quali si disperdono ancora in ragione del quadrato della distanza che ci separa da Parigi, abbiamo subito l'idea dell'energia estremamente piccola che investe i nostri aerei di ricezione. Poichè una simile energia non sarebbe sufficiente a far vibrare un microfono ricevitore, dovremo amplificarle senza distorsioni, problema difficile che è stato risolto a perfezione nei moderni apparecchi.

L'evanescenza o fading.

Col nome di evanescenza (in inglese fading) si chiama un curioso fenomeno che consiste in un periodico abbassamento dell'intensità dei segnali. Chiunque si sia avvicinato ad un apparecchio ricevente avrà potuto constatare come una ricezione ottima e fortissima vada ad un tratto abbassandosi sino quasi a smorzarsi per poi riapparire di nuovo intensa dopo qualche minuto. Il fenomeno è specialmente notato nelle onde corte, su certe lunghezze è continuo e fastidiosissimo, mentre su lunghezze leggiermente superiori od inferiori non si nota affatto.

Le cause che producono il fading non sono ancora ben note, ma pare che siano dovute alla presenza dello strato di Heaviside, il quale avrebbe altresì una grande influenza sulla differenza di portata diurna e notturna delle radio-onde.

Perchè si riceve meglio nelle ore della notte.

E' un fatto innegabile che la recezione, specie su onde corte, debolissima di giorno va via via migliorando col tramontare del sole, per essere ottima dalle 21 in poi.

Per spiegare questo fenomeno si fanno due ipotesi abbastanza fondate:

1. - La presenza dello strato di Heaviside.
2. - L'interferenza coi raggi solari.

E' indubbio che il sole ha una grande influenza sulla conduttività dell'aria: le molecole sono poste in grande attività dai raggi solari e si urtano, si scompongono in ioni, cioè in unità aventi una carica elettrica. Questa ionizzazione dell'aria facilita la dispersione delle radio-onde negli alti strati dell'atmosfera e indebolisce la ricezione. Viceversa, dopo il tramonto, le particelle si condensano in alto formando come un'immensa volta celeste distante da noi circa 50 km. che riflette le onde come uno specchio riflette la luce (fig. 42).

Come la luce, le radio-onde si possono riflettere, deviare e condensare, pare che con delle lenti di asfalto si riesca a concentrare certe onde elettromagnetiche, come una lente di cristallo concentra la luce.

Questa ipotetica vôlta, impermeabile alle onde, si chiama strato di Heaviside dal nome del suo scopritore. Gli studi per mettere in chiaro la questione proseguono attivissimi anche perchè nel miste-

rioso strato di Heaviside si troverebbe la spiegazione di parecchi fenomeni atmosferici che ora sono malamente conosciuti.

Quindi verso sera la ricezione migliora appunto perchè le molecole ionizzate tendono verso l'alto per formare questo strato che impedisce ogni dispersione.

Quest'ipotesi spiegherebbe anche il fading che abbiamo definito come una variazione periodica dell'intensità dei segnali, che si verifica per le grandi distanze e che si accentua sulle onde corte.

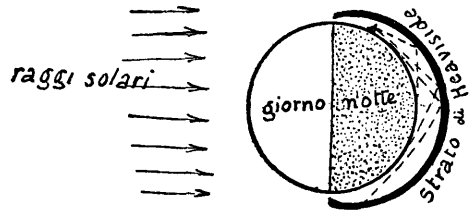


Fig. 42. — Lo strato di Heaviside si comporta come uno specchio. impedisce le dispersioni riflettendo verso terra le radio-onde

Il fading sarebbe dovuto a lenti movimenti di assestamento delle masse che costituiscono lo strato di Heaviside.

In questo campo però non vi è nulla di sicuro perchè il fenomeno è dei più inafferrabili, malgrado le accurate ricerche effettuate in tutte le nazioni dalle Società di T. S. F. Forse la spiegazione verrà per opera dei valorosi dilettanti che già tanti meriti hanno acquistato in T. S. F. Si deve infatti ai dilettanti la possibilità di comunicare con l'America con piccola potenza (appena 100 watt) e si deve principalmente ad essi lo studio delle onde corte che ha già dato tante sorprese.

La differenza fra la portata diurna e quella notturna è abbastanza sensibile: per esempio la stazione Roma U. R. I. è intesa benissimo, in altoparlante, di sera in tutta l'Italia settentrionale, ma di giorno non si sente nemmeno in cuffia.

Un'altra causa della maggior portata notturna è stata segnalata dai dilettanti americani e l'ipotesi non è priva di valore.

I raggi solari e le onde hertziane sono entrambi della stessa natura e non differiscono che per la frequenza: non possono dunque propagarsi sulla stessa via senza reciproche interferenze.

Supponiamo di essere al mattino e che la stazione A comunichi

con la stazione B, situata ad Ovest della prima. I raggi solari e le radio-onde si spostano quindi nella stessa direzione.

Le radio-onde oscillano con frequenze di milioni di periodi al secondo, i raggi solari oscillano con frequenze enormemente più elevate, ma la velocità di propagazione è la stessa.

Quando esse sono nella stessa direzione non si danneggiano affatto, ma quando esse sono in opposizione l'ampiezza delle radio-onde trova un ostacolo che ne riduce la portata. Dopo il tramonto del sole il passaggio si trova facilitato. Sono queste ipotesi logiche ma non ancora confermate da esperienze e perciò le accenniamo per quello che valgono.

Onde corte e onde lunghe.

Chi segue con interesse il meraviglioso sviluppo delle radiocomunicazioni avrà certamente notato un fatto singolare. Da una parte i dilettanti si accaniscono ad usare onde sempre più corte (così ad esempio il famoso Reinartz che partecipa alla spedizione polare di Mac Millan con dei trasmettitori su lunghezza d'onda di 20 metri) e dall'altra certi costruttori sembrano avviarsi decisamente verso le onde ultralunghe (Bordeaux 23000 metri ed esperimenti in corso su 100.000 metri).

Da ciò si vede come sia ancora da trovare una lunghezza « optima » che si imponga sulle altre.

Le onde corte hanno indubbiamente il vantaggio di poter essere *dirette* in una determinata direzione. Le esperienze di Marconi e di altri hanno confermato che esse si possono proiettare in fascio mediante riflettori parabolici (fig. 43). Con onde da 2 a 15 metri si è riusciti a dirigerle con una precisione tale che un apparecchio posto a mezzo chilometro dal fascio non riesce assolutamente a sentire nulla.

E' accertato che la portata diurna delle onde corte è abbastanza piccola ma di notte essa aumenta enormemente. Esse sono poi sensibilissime al grado di umidità dei terreni attraversati. Così la loro portata è quasi nulla sui terreni secchi senza contare che di giorno esse sono deviate dagli ostacoli del terreno (foreste, colline, montagne).

Ciò spiega perchè in certe località, vallate, conche, si ricevano bene le onde lunghe ed affatto quelle corte. Ma la maggior parte dell'energia dissipata è dovuta alla presenza dell'atmosfera.

Attraverso ad un mezzo isolante o dielettrico come l'aria, le onde di ogni lunghezza passano quasi senza perdita di energia ma appena questo mezzo perde le sue proprietà isolanti e diventa conduttore, le perdite aumentano fortemente. Queste perdite di energia sono molto più sensibili sulle onde corte che non sulle lunghe.

Abbiamo già accennato al fenomeno Heaviside, cioè al formarsi di notte di uno strato che riflette le radio onde. Questo strato che si

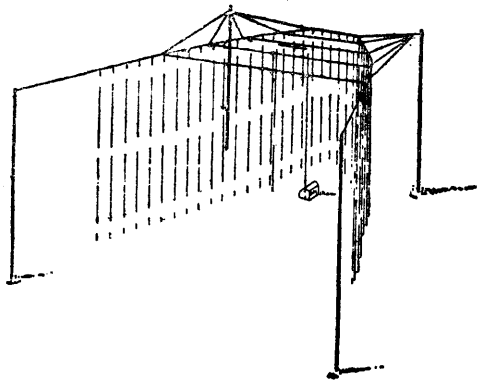


Fig. 43. — La nuova antenna Marconi a riflettore parabolico per radiotrasmissioni rivolte in una data direzione

comporta come uno specchio è alto di giorno e si abbassa alla notte. Ne risulta che di giorno le onde lunghe lo raggiungono facilmente e ne sono riflesse, mentre quelle corte si disperdono in gran parte nelle regioni semi-conduttrici dell'atmosfera prima di arrivarvi.

Onde corte e onde lunghe hanno fin d'ora assegnato un compito diverso: le prime sono riservate alla radiofonia e le seconde usate principalmente per la telegrafia a grande distanza.

Le onde lunghe hanno poi un serio inconveniente:

Ascoltando Daventry, Radio-Paris, Berlino-Postdmstrasse, la Torre Eiffel, ecc. (e queste a rigore non si potrebbero nemmeno chiamare onde lunghe, ma medie). Si nota, specie in estate, che i rumori atmosferici coprono quasi la ricezione.

Nelle onde più lunghe si notano poi certi parassiti che si presentano in forma di note musicali e che aumentano di intensità con l'aumentare della lunghezza d'onda.

Notiamo che si tratta di parassiti molto più intesi dei segnali e quindi di difficilissima eliminazione. Si prevede fin d'ora l'impiego

di potenti dispositivi antiparassiti, filtri, ecc. ma si giungerà a dei buoni risultati?

L'assegnazione della lunghezza d'onda alle varie stazioni è fatta da un Ufficio Internazionale a Ginevra, ma se si continua di questo passo il campo delle lunghezze buone sarà presto totalmente assegnato ed allora si dovrà per forza scendere alle onde cortissime e salire a quelle lunghissime.

Le onde ultra-lunghe sono quasi sconosciute: con 100.000 o 300.000 metri si hanno le frequenze rispettive di 3000 e 1000 periodi. Notiamo che esse sarebbero perfettamente udibili, infatti gli amplificatori a bassa frequenza od acustici ordinari sono comunemente costruiti per una frequenza di 750 al secondo. L'impiego delle onde ultra-lunghe apre dunque un nuovissimo campo di ricerche.

L'antenna.

Col nome di aereo od antenna si intende un sistema di uno o più conduttori, utilizzato per emettere o ricevere le radiocomunicazioni. Ci occuperemo principalmente delle antenne riceventi o collettori di onde, e le possiamo subito suddividere in quattro categorie:

1° L'antenna esterna.
2° L'antenna interna.
3° Il quadro o telaio.
4° I collettori di fortuna (utilizzazione dell'impianto elettrico, del gas, ecc).

L'antenna esterna. — E' il tipo più vantaggioso e più adatto per captare le radio onde e la si deve impiegare ovunque ve ne sia la possibilità. In generale si dà poca importanza all'aereo mentre invece esso rappresenta uno dei principali coefficienti del rendimento di un impianto.

Le dimensioni dell'antenna dipendono dalle lunghezze d'onda che si vogliono ricevere e le cifre che daremo s'intendono utili per le ricezioni abituali (300 ÷ 3000 metri). Per le onde cortissime o per quelle molto lunghe converrà modificare le sue dimensioni.

L'altezza dell'antenna ha un'importanza capitale poichè la sua efficacia aumenta con essa. Se si può è sempre meglio guadagnare un metro in altezza che quattro o cinque in lunghezza. Gli oggetti che la circondano, come case, tetti metallici, pali in cemento armato, grondaie, alberi, ecc. essendo riuniti al suolo, avvicinano quest'ultimo

all'antenna, diminuendo in questa maniera la sua altezza effettiva e quindi l'intensità di ricezione.

Per altezza dell'antenna si intende l'altezza media dei conduttori non solo dalla terra, ma da tutto ciò che con la terra è connesso. Tra un'antenna posta a tre metri di altezza sopra una casa a sei piani ed una posta su un prato tesa fra due pali alti una decina metri, è preferibile la seconda. Dalla lunghezza dell'antenna dipende la sua lunghezza d'onda fondamentale, cioè la λ su cui essa lavora meglio.

Sappiamo che questa lunghezza d'onda fondamentale dipende dalla capacità e dalla selfinduzione dell'aereo.

Si aumenta la capacità aumentando il numero dei fili che lo costituiscono e si aumenta la selfinduzione allungando questi fili.

Non bisogna perdere di vista che l'aggiunta di un filo se aumenta la capacità, diminuisce nello stesso tempo, benchè in misura minore, la sua selfinduzione. Perciò quando si vuol aumentare la lunghezza d'onda fondamentale di un aereo converrà aumentarne la lunghezza piuttosto che aggiungervi dei fili paralleli.

La capacità aumenta quando i fili sono più vicini al suolo. Tuttavia questo procedimento non apporta alcun beneficio reale poichè diminuendo l'altezza dell'aereo se ne diminuisce pure l'efficacia.

Sappiamo che la fondamentale è uguale a quattro volte la lunghezza totale dell'antenna, misurata dalla discesa all'estremità più lontana.

Invero questa relazione varia leggiermente secondo la forma e l'altezza degli aerei: così in un aereo orizzontale a fili paralleli la fondamentale è uguale a 4,5 volte la sua lunghezza, trattandosi di antenne a T essa è circa 5 volte e può salire a 7 od 8 volte la stessa misura se si tratta di antenne ad ombrello.

Il conduttore. L'aereo deve preferibilmente farsi con fili metallici non magnetici: rame, bronzo, alluminio. Ottimo è il filo di rame stagnato. Il filo di ferro galvanizzato è economico ma dura poco e non è consigliabile. In caso di grandi campate converrà l'alluminio che è leggiero. In commercio si trovano delle treccie di bronzo fosforoso fabbricate appositamente per questo uso.

Il diametro dei fili che compongono l'aereo non deve mai essere inferiore ai 2 millimetri di diametro, e non vi è alcun vantaggio ad oltrepassare i 3 millimetri.

Orientamento. In genere l'orientamento non ha grande importanza perchè il dilettante desidera ricevere da tutte le parti. Tuttavia si può dare il caso in cui interessi ricevere una data stazione piuttosto che le altre, allora si disporrà l'aereo in direzione della trasmet-

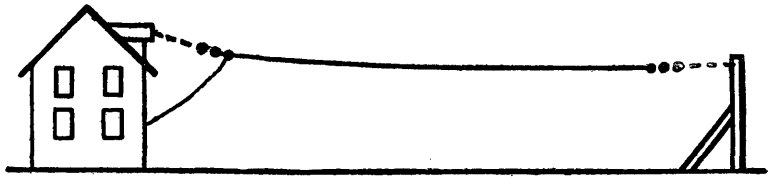


Fig. 44. — Esempio di antenna monofilare: la linea piena rappresenta il filo d'antenna e la discesa verso l'apparecchio ricevitore. La linea punteggiata indica gli attacchi fatti con corda catramata e paraffinata che la sostengono sulla puleggia di appoggio

tente come in figura (46) e con la discesa dalla parte dell'apparecchio. L'orientamento non ha grande importanza per i ricevitori a valvole, ma acquista enorme importanza per i ricevitori a galena.

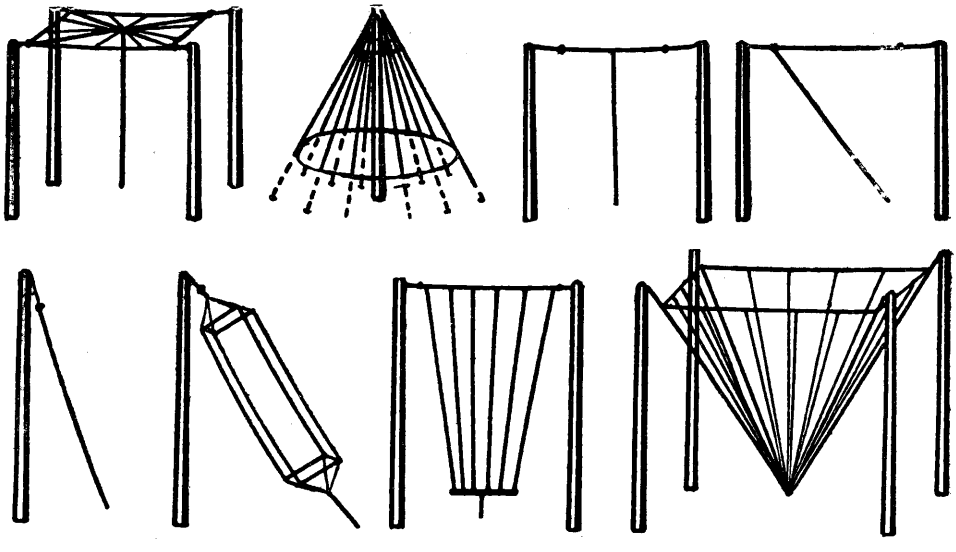


Fig. 45. — Alcuni tipi di antenna

Ricordiamo che la galena *non amplifica* e quindi tutto il risultato dipende dalla bontà dell'antenna cioè dalla sua capacità a raccogliere la massima quantità dell'energia viaggiante per lo spazio.

Può accadere che vicino alla casa vi sia una linea elettrica a corrente alternata magari ad alta tensione, se l'aereo è teso paralle-

lamente ad essa, avremo un'induzione massima e quindi un ronzio insopportabile. Si elimina l'inconveniente montandola in senso perpendicolare alla linea di cui si vuol evitare l'induzione. Così dicasi per le antenne dei vicini le quali sono sempre causa di disturbi se parallele al nostro aereo.

Fig. 46. — Come deve essere orientata un'antenna ricevente per dare il massimo effetto

Varie forme di antenna. Le figure precedenti mostrano alcune forme di aerei, ma altre se ne possono creare. In generale la forma non ha grande importanza, a condizione che l'antenna sia sufficientemente alta, lunga e ben isolata. La forma più pratica e più in uso è quella ad L rovesciato od aereo a coda. Buono è l'aereo unifilare, praticissimo in campagna, ma difficilmente impiegabile in città, causa lo spazio che richiede. Comunemente si usa il bifilare, cioè due conduttori tenuti distanti da una canna di bambù o da un asticciola lunga da 1,50 a 2 metri.

Se l'antenna deve comporsi di tre o quattro fili, conviene disporli a prisma. Un cerchio di legno sostiene ad ogni estremità i fili dell'antenna. Questo cerchio, che può essere uno di quelli da bambini, non deve avere meno di 90 cm. di diametro. Anche se esso è solido, è bene rinforzarlo mediante due fili incrociati tesi seguendo due diametri perpendicolari del cerchio. La croce così formata impedirà ogni deformazione ulteriore del cerchio sotto l'influenza della pioggia

e del sole. Avendo individuato i punti della circonferenza nei quali debbono essere fissati i fili, si immobilizzano questi ultimi incro-

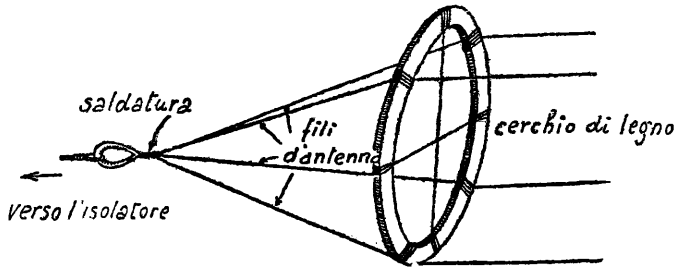


Fig. 47. — Montaggio di un'antenna a prisma

ciando al disopra di essi un filo di rame da 1 mm. (fig. 47). Tutti i fili sono riuniti insieme intorno al cerchio terminale, legati e saldati

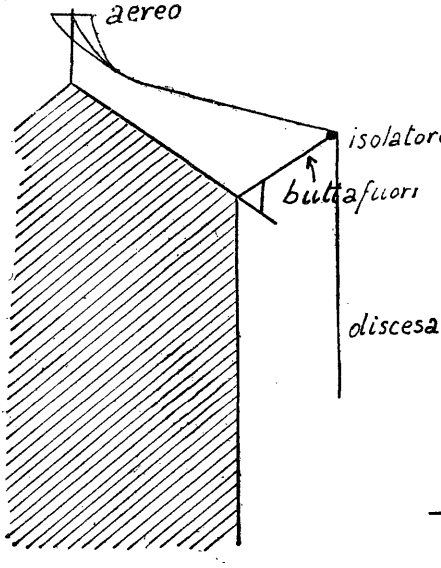


Fig 48. — Per tenere staccato dai muri il filo di discesa conviene usare una palina o buttafuori

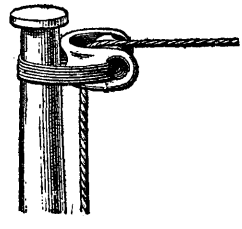


Fig. 49. — Non disponendo di una puleggia per il montaggio dell'antenna, si potrà usare un isolatore comune a sella

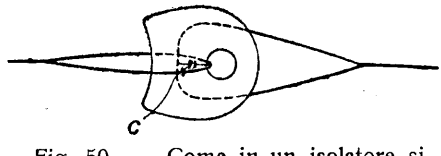


Fig. 50. — Come in un isolatore si manifesta una dispersione dovuta alla capacità

insieme. Dalla parte dell'apparecchio ricevente la discesa d'antenna è saldata egualmente a questo punto di riunione. Per evitare spiacevoli contrattempi e considerevole perdita di tempo, è necessario costruire le antenne per terra, tese fra due punti qualunque conve-

nevolmente scelti, permettenti lavoro ed accesso facili. Solo quando gli isolatori saranno ben fissati, le lunghezze dei fili ben equilibrate, i cerchi ed aste ben squadrati, le saldature fatte, e le discese d'antenna fissate, si potrà montare l'antenna sui supporti definitivi.

L'antenna va sempre ben tesa e perciò occorrono dei supporti robusti. Un'antenna tesata male può ondeggiare sotto l'azione del vento ed il suo avvicinarsi alla terra od agli oggetti che la circondano fa variare la sua capacità e per conseguenza modifica l'accordo del circuito oscillante. Da ciò ne risultano delle continue variazioni dell'intensità di ricezione.

Isolamento. I fili dell'antenna vanno rigorosamente isolati con grossi isolatori e tutto ciò che riguarda l'isolamento dell'aereo ha una grande importanza. Su questa necessità molti hanno delle idee sbagliate, e specialmente gli elettricisti, che confondono l'isolamento elettrico con quello dell'aereo. Dopo di aver montato un paio di isolatori l'elettricista vi dirà sorridendo: questi bastano per 100.000 volt! Siamo d'accordo, basteranno anche per un milione di volt, ma sono insufficienti per il nostro caso. Infatti nell'aereo non abbiamo si può dire corrente, ma bensì delle oscillazioni elettriche mobilissime, che tendono a venire a terra in tutti i modi, si tratta quindi di impedire queste chiamiamole fughe.

Se gli isolatori sono di buona qualità non si avranno fughe, ma avremo delle grandi perdite non appena essi saranno ricoperti da uno strato di polvere o da un'incrostazione di sudiciume dovuta alla polvere ed alla pioggia. Ma una fuga importante si manifesta sempre per capacità ed ecco come: La figura 50 rappresenta un isolatore normale nel quale il filo d'antenna è separato da uno spessore di porcellana dal filo di supporto. Abbiamo evidentemente due conduttori separati da un isolante o dielettrico e quindi vi sarà una certa capacità che immaginiamo di rappresentare con un piccolo condensatore C disposto nel dielettrico, cioè nella porcellana.

Se mettiamo dei condensatori in serie, la loro capacità totale si trova ridotta poichè sappiamo che la capacità di, per esempio 3 condensatori è data dalla formula:

$$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}}$$

Tre isolatori in serie rappresentano dunque una capacità minore di quella di un isolatore solo. Da ciò vediamo che mentre un solo

isolatore offre con la sua grande capacità un'ottima strada verso terra alle correnti oscillanti, con tre isolatori in serie si diminuisce la capacità e quindi le fughe.

Di regola si dispongono *almeno* 2 *isolatori* su ogni filo d'antenna ed un isolatore nel punto di unione coi fili di sostegno.

Questa avvertenza è sufficiente a procurare in ogni caso un sensibile aumento nella ricezione. Se l'isolamento può essere trascurato con ricevitori a valvola che teoricamente possono amplificare all'infinito, esso va scrupolosamente curato quando si riceve a galena. Fra un isolatore e l'altro si fa l'unione con un tratto di corda catramata (perchè si conservi) e paraffinata.

La discesa.

Dai fili dell'antenna si staccano i fili di discesa che, saldati ad un filo solo vanno all'apparecchio.

Per la discesa vanno osservate alcune regole: anzitutto essa deve essere breve, scendere a piombo sopra l'apparecchio e passare molto discosto dai muri (da 1,50 a 2 metri). Essa non deve fare angoli troppo vivi ed essere di grossa treccia, con numerosi fili in modo da offrire la minima resistenza al passaggio delle correnti.

L'entrata.

I tubi d'entrata d'aereo (pipe o passanti) attraverso ai quali si fa entrare in casa la discesa (fig. 51) devono essere solidi, senza screpolature e fatti in ebanite, porcellana o vetro. Se sono di cattiva qualità si avranno sempre delle fughe perchè bisogna considerare

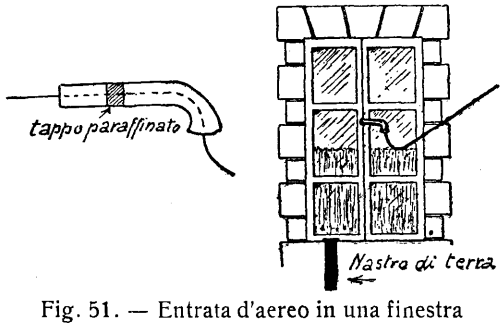


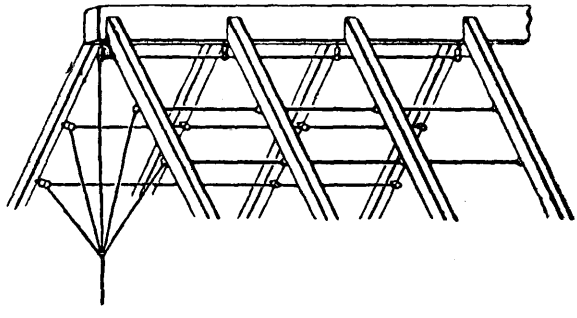
Fig. 51. — Entrata d'aereo in una finestra

che esse lavorano in condizioni particolarmente difficili. Infatti si trovano piazzate sulle finestre o sui vetri, fra un'ambiente caldo ed uno freddo, quindi esposte alla condensazione ed all'umidità. Nel tra-

gitto fra l'entrata e l'apparecchio il conduttore non deve fare angoli troppo vivi per non dar luogo a dispersioni. Infatti ogni angolo vivo rappresenta una punta ed è noto il potere di dispersione delle punte.

Le antenne interne.

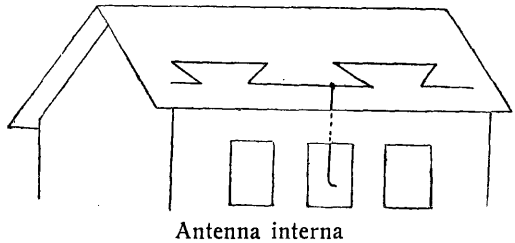
Sovente si dà il caso di non potere usufruire di un'antenna esterna ed allora conviene usarne una interna che, nella maggior parte dei casi è sufficiente per una buona ricezione. Forzatamente di piccole dimensioni, conviene dare ad esse una forte capacità terminale.



Antenna interna

Il loro impianto è facilissimo, sono poco ingombranti e si possono facilmente nascondere. Basta un corridoio nel quale si stenda un filo di una ventina di metri, distante il più possibile dai muri e ben isolato.

Le migliori antenne sono però costituite da un prisma di 6 od 8 fili lunghi almeno 6 metri e montati su dei cerchi di 15 a 30 cm. di



Antenna interna

diametro. Si trova un certo vantaggio aumentando sino a 10 il numero dei fili, oltre a questo valore pare che non ci sia più un gran guadagno. Ecco una questione interessante: i fili che costituiscono gli estremi del prisma d'aereo vanno messi in parallelo fra loro?

Dal lato della discesa non vi è alcun dubbio, dalla parte opposta si può invece discuterne.

Infatti se si isolano gli estremi liberi del filo del prisma la capacità diminuisce; se si uniscono invece con un conduttore la capacità aumenta. Nel primo caso si riceve abbastanza bene, nel secondo ancor

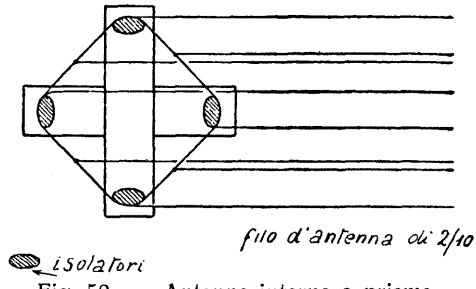


Fig. 52. — Antenna interna a prisma

meglio (fig. 52); con queste due combinazioni si varia la lunghezza d'onda fondamentale dell'aereo e qualunque dilettante se ne può sincerare. Con le antenne interne il risultato varia sensibilmente a

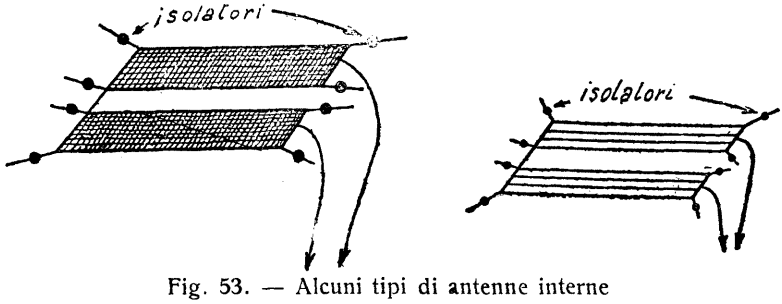


Fig. 53. — Alcuni tipi di antenne interne

seconda dell'altezza dal suolo; così al pianterreno si riceverà debolmente,mentre al 5° piano la recezione sarà buonissima. In una casa in cemento armato (i tondini di ferro dell'armatura sono in contatto col suolo) si riceverà sempre male. In certe case è assai comodo servirsi del granaio o dei palchi morti per installarvi un'antenna a griglia con fili di rame stagnato di 2 mm. accuratamente isolata e sospesa al soffitto con fili paraffinati; larghezza delle maglie 50 ÷ 75 cm., distanza dai muri almeno un metro.

La presa di terra.

La preparazione di una buona presa di terra richiede sempre del lavoro. Il filo di terra va molto grosso, presentante un minimo di resistenza ed un minimo di self-induzione. La presa di terra deve

essere vicina e preferibilmente disposta sotto l'antenna stessa. Una buona terra si ottiene sotterrando una lastra di ferro galvanizzato a circa 50 cm. ÷ 1 metro di profondità. E' bene disporre un letto di carbone coke, frantumato e compresso (fig. 54) che in estate si manterrà umido con frequenti innaffiature. Il filo di terra va saldato

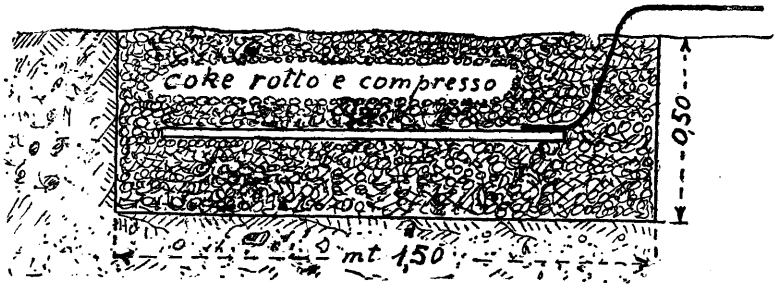


Fig. 54. — Preparazione della presa di terra

ad una bandella di rame o di ferro galvanizzato la quale si salda alla piastra con un chiodo ribadito ed una buona saldatura a stagno per garantire il contatto su una estesa superficie. Taluni mettono del sale

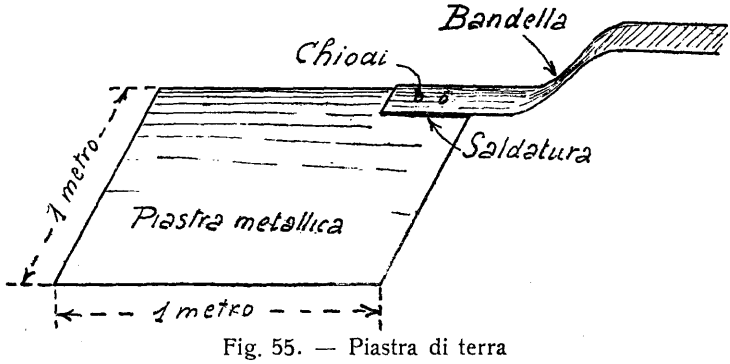


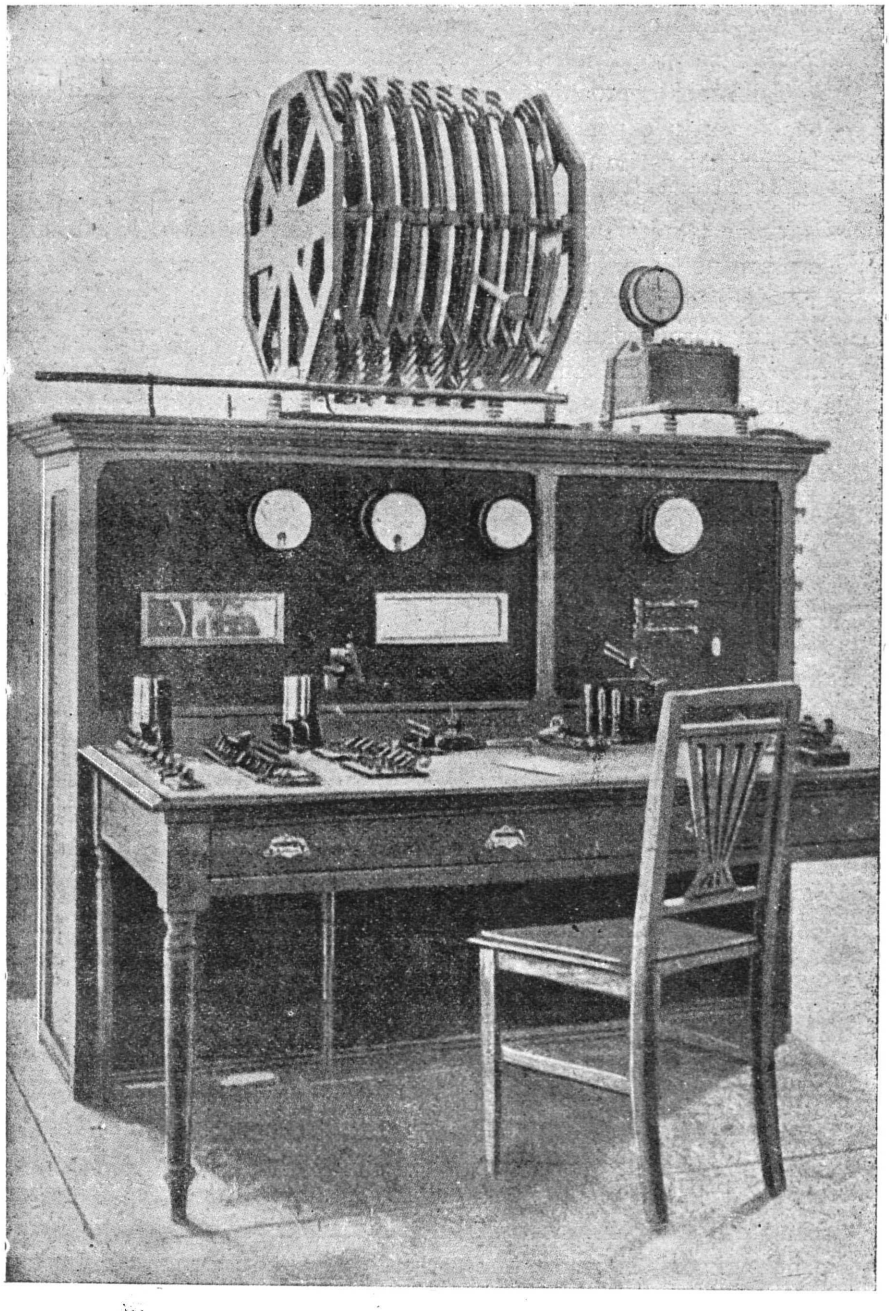
Fig. 55. — Piastra di terra

nel coke per assicurare una maggiore conducibilità, ma il sale distrugge presto la presa. Ricordiamo che lo scopo della presa di terra è fare da contrappeso all'antenna, cioè di mantenere una parte dell'impianto ad un potenziale zero, cioè uguale a quello del suolo.

Altri sotterrano delle griglie formate da conduttori, altri ricorrono alle prese frazionate, cioè diverse piastre sotterrate separatamente e collegate fra loro ed è questo il sistema, specialmente indicato per coloro che amano fare dei record, cioè ricevere stazioni lontanissime con apparecchi deboli, o magari con la galena.

Chi non vuol fare la presa di terra artificiale si può servire delle tubazioni dell'acqua potabile che sono ottime per quest'ufficio. La

Prezzo L. 1,50 - *Supplemento al N.° 3 (1926)* di "IL GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI" G. Lavagnolo, *direttore-responsabile*



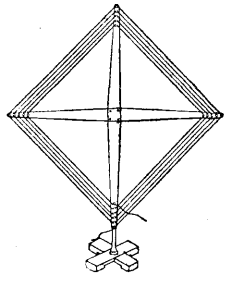
Un tavolo d'operatore del servizio T. S. F. a valvole Parigi-Londra (Stazione di St. Assise)

loro resistenza è debolissima (in genere una frazione di ohm e quasi mai più di 2 ohm), le spese d'impianto nulle, inoltre in qualsiasi località è sempre facile trovare dei tubi d'acqua a portata di mano.

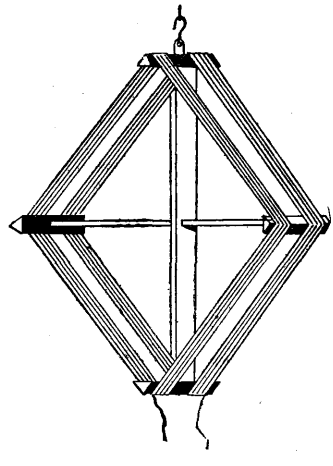
Taluni si servono delle condotte del gas come presa, applicazione inadatta e pericolosa: inadatta perchè questi tubi sono spesso saldati con mastice di cemento isolante ed offrono una grande resistenza; pericolosa perchè se per caso si dimentica l'aereo inserito si possono manifestare delle scintille nei giunti. Questo tipo di terra è sempre nettamente da escludere. Discreta è la presa di terra fatta sui termosifoni, ma bisogna ricordarsi che d'estate esso sono asciutti e quindi quasi isolati dal suolo. Le prese di terra andrebbero verificate dopo qualche anno, misurandone la resistenza. Per misurare la resistenza di una terra vi si lancia una corrente e se ne misurano l'intensità e la tensione, applicando la legge di Ohm $R = \frac{V}{I}$.

Il quadro.

Un'altro collettore di onde è costituito dal *telaio* o *quadro,* il quale non è altro che una grande bobina di self.



Telaio a spirale piatta



Telaio a solenoide

Sappiamo già che cosa sia un radio-trasformatore, cioè un trasformatore con primario e secondario separati da uno spazio d'aria. Se nel primario si lancia una corrente ad alta frequenza, nel secondario nascerà una corrente indotta, malgrado la distanza che li se-

para e malgrado manchi il nucleo di ferro che ordinariamente chiude i circuiti magnetici.

Orbene, la recezione su quadro la possiamo così concepire: l'an-

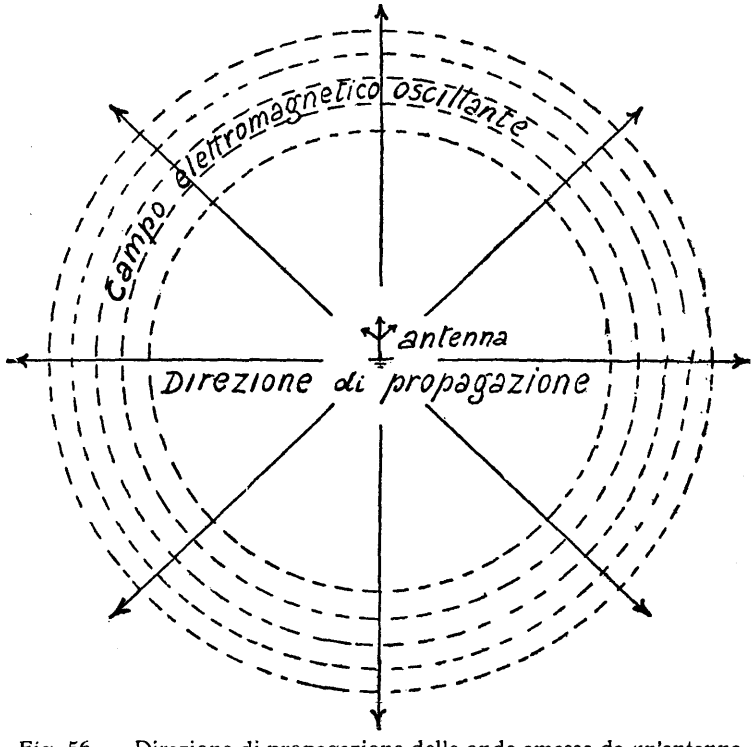


Fig. 56. — Direzione di propagazione delle onde emesse da un'antenna

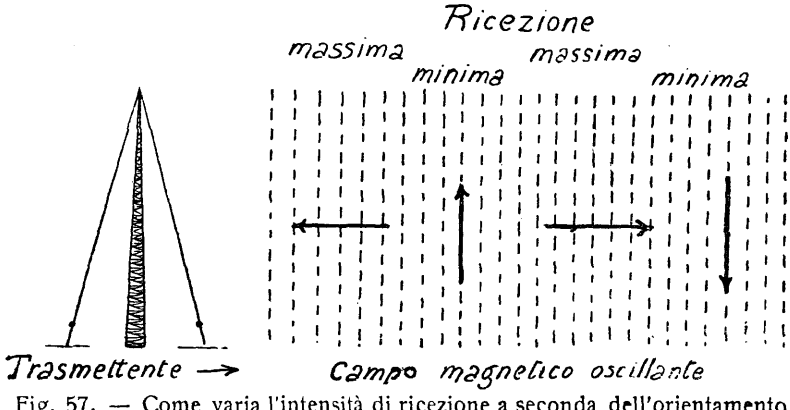


Fig. 57. — Come varia l'intensità di ricezione a seconda dell'orientamento di un quadro. Si vede l'importanza del numero delle linee di forza tagliate da un quadro nelle quattro posizioni principali di una rotazione completa

tenna trasmettente costituisce il primario o inducente di un radiotrasformatore, mentre il quadro (che magari è distante un centinaio

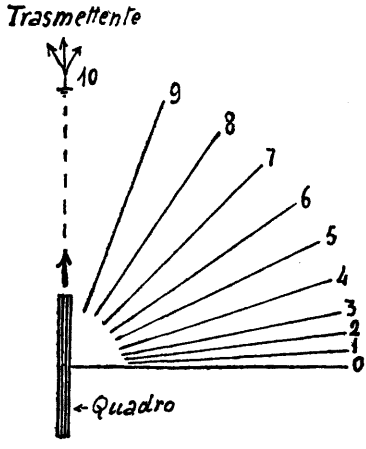


Fig. 58. — Valore dell'intensità di ricezione a seconda dell'orientamento del quadro. Nella posizione della figura il quadro avrebbe la ricezione massima

di chilometri) ne costituisce il secondario od indotto. Si comprende come, in queste condizioni, l'energia captata dal quadro sia assolu-

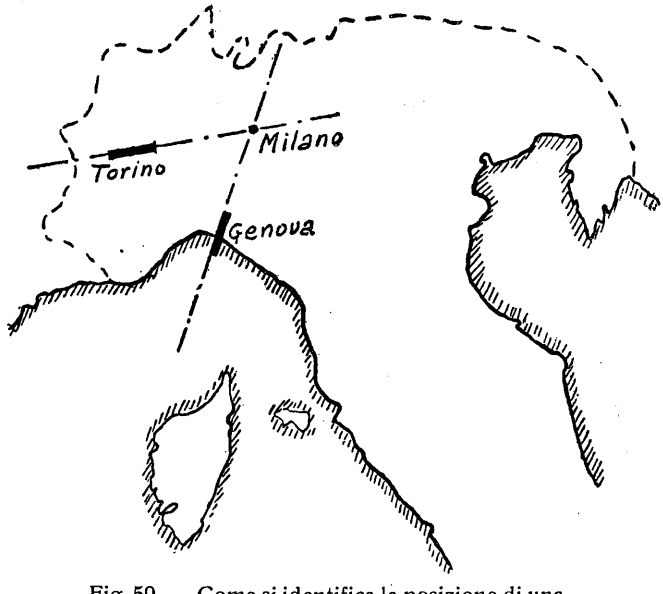


Fig. 59. — Come si identifica la posizione di una stazione trasmettente con la radiogoniometria

tamente minima e perciò bisognerà sempre amplificare con ricevitori a valvole.

Viceversa il quadro ha alcuni pregi singolari: anzitutto è orientabile e così si eliminano molti rumori parassiti che per lo più provengono da una data direzione e poi permette di fare la radiogoniometria, cioè di individuare con esattezza la posizione della stazione che si riceve. Poichè la radiogoniometria ha ricevuto importanti applicazioni nella marina, converrà spiegarne il meccanismo.

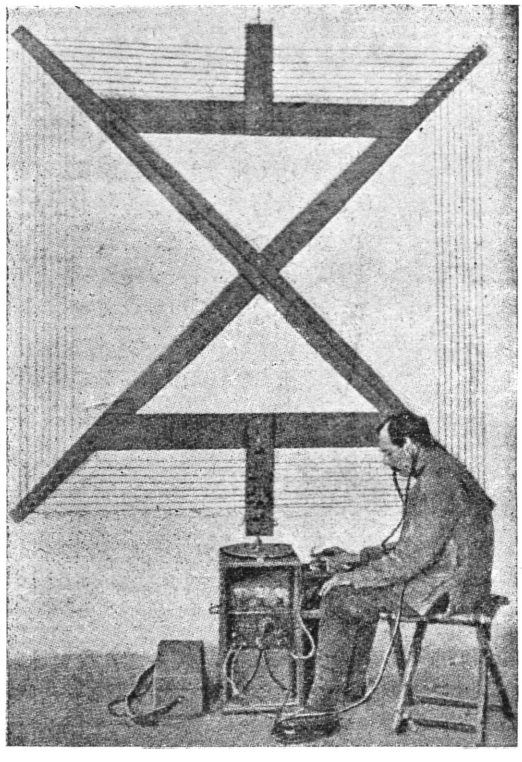


Fig. 60. — Impianto radiogoniometrico

Le onde elettromagnetiche utilizzate nella T. S. F. si propagano attorno all'antenna trasmettente in tutte le direzioni e creano sul loro passaggio un campo magnetico oscillante le cui linee di forza sono *perpendicolari* al senso della propagazione.

La figura 56 rappresenta schematicamente il fenomeno: un'onda hertziana si è staccata dall'antenna trasmettente e si allontana con la velocità della luce allargando sempre più l'orbita del suo campo magnetico, indicata dalle linee circolari tratteggiate, le quali per

convenzione rappresentano anche le linee di forza di questo campo in un dato istante. Sono queste variazioni di flusso che inducono nelle antenne riceventi delle oscillazioni elettriche rivelate dai detector.

Immaginiamo ora due antenne riceventi diversamente orientate: una in direzione della trasmettente e l'altra in direzione perpendicolare alla prima. L'antenna che ha i suoi fili tesi in direzione della propagazione delle onde nello stesso campo magnetico, taglierà un numero di linee di forza cinque o sei volte superiore a quello tagliato dall'altra antenna ad essa perpendicolare. Per conseguenza otterrà

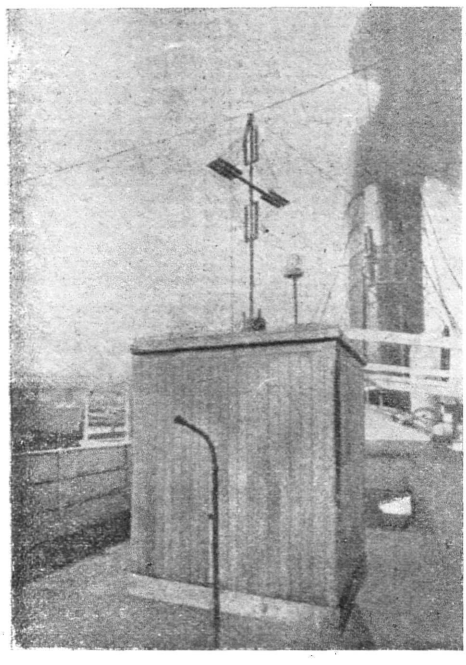


Fig. 61. — Un radiogoniometro installato su un vapore in servizio fra Genova e le Americhe

per induzione una corrente oscillante cinque o sei volte più elevata. La figura 57 spiega questo fatto.

Detto questo tutto si spiega: il quadro che è orientato in direzione della trasmettente darà una massima intensità dei segnali. Perciò sospenderemo un quadro in modo da poterlo far ruotare in tutte le direzioni, esplorando così tutti i punti dell'orizzonte. Facendogli fare un giro completo su sè stesso, troveremo due posizioni diverse

nelle quali avremo ricezione massima e due posizioni in cui avremo ricezione zero.

Supponiamo che due dilettanti si trovino contemporaneamente in ascolto a Torino ed a Genova, e che essi abbiano la massima ricezione con i quadri orientati nelle posizioni della figura 59, tracciando su una carta geografica le linee corrispondenti troveranno la loro intersezione nel punto in cui è indicata la città di Milano. Ciò vuol

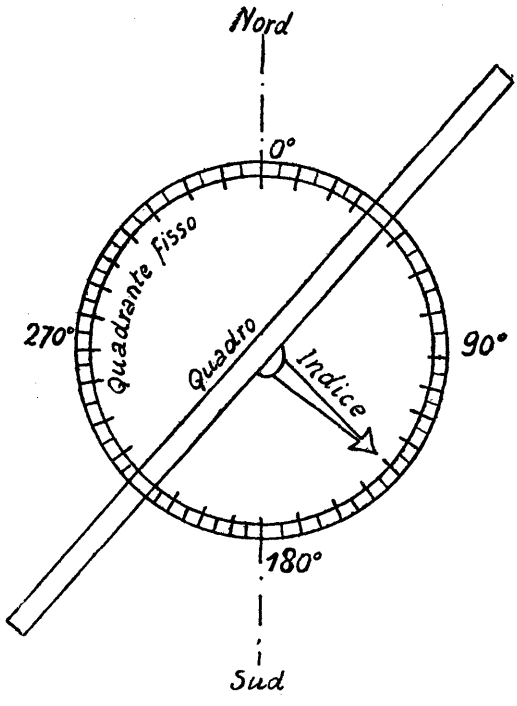


Fig. 62. — Questo equipaggiamento radiogoniometrico può essere improvvisato da qualunque dilettante

dire che entrambi stavano ascoltando Milano. La radiogoniometria ha una grande importanza in marina, ove i radiogoniometri, cioè complessi di due quadri, permettono di individuare con precisione la posizione di una nave che trasmette, o la posizione di un porto, ecc. In guerra la radiogoniometria ha avuto molte applicazioni: è con questo sistema che si individuava la posizione delle stazioni nemiche da campo, permettendo all'artiglieria di batterle efficacemente. In pratica non si orientano i quadri secondo l'intensità massima dei segnali, perchè non è facile distinguere ad orecchio queste sfumature

dei suoni, così si orientano i quadri sulla ricezione zero, che in fondo è poi la stessa cosa. Così la direzione della trasmettente sarà perpendicolare al quadro.

I dilettanti che vogliono intraprendere queste esperienze muniranno il loro quadro di un indice ad esso perpendicolare, che si sposta su una rosa dei venti o su una circonferenza divisa in 360 gradi (fig. 62). Due quadri sono indispensabili per questa ricerca, ma più saranno numerosi gli ascoltatori e più sarà precisa la localizzazione. Anche la radiogoniometria è opera di italiani con le ricerche del prof. Artom ed i radiogoniometri Bellini-Tosi.

Gli aeroplani e dirigibili in volo si orientano attualmente con un radio-compasso basato su quello che abbiamo ora esposto.

Da ciò risulta pure come avvenga l'eliminazione dei parassiti su quadro: le scariche atmosferiche che vengono in direzione perpendicolare al quadro non avranno alcuna influenza sulla recezione, così pure le stazioni che trasmettono contemporaneamente a quella che si sta ascoltando, saranno parzialmente o totalmente eliminate a seconda della loro posizione.

Il quadro costituisce un buon collettore di onde, poco ingombrante e preciso, adattissimo per coloro che per varie ragioni non possono installare l'antenna.

I tipi di quadro più impiegati sono due: il telaio piatto e il telaio a solenoide, ma di essi e delle loro dimensioni parleremo dettagliatamente nella parte che riguarderà le costruzioni. Notiamo però una cosa importante, col quadro non occorre più la presa di terra, poichè le spire escluse del quadro stesso servono da contrappeso.

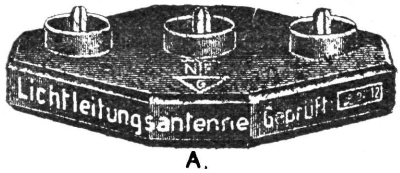
Collettori di fortuna.

Nelle città ove esiste una trasmettente locale si ottengono delle buone ricezioni anche su collettori di onde improvvisati che non meritano nemmeno il nome di antenne. L'uso di questi collettori non è da raccomandarsi, tuttavia si hanno dei casi di ricezione ottima anche con collettori così primitivi; ma ripetiamo occorre che la trasmettente sia molto vicina.

Questi collettori sono per lo più: i fili dell'impianto luce, le tubazioni del gas, i fili telefonici, le ringhiere metalliche di un balcone, una grondaia, ecc.

In America ed in Inghilterra è diffusissima la presa con il cosidetto *tappo d'antenna* sull'impianto luce. Non basta però attaccarsi

direttamente sui fili della luce, ma bisogna interporre un condensatore fra l'apparecchio e l'impianto luce e la costruzione del condensatore deve essere tale da permettere di raccogliere solo le cor-



A.

Fig. 63. — Tappo d'antenna con condensatore

renti a radio-frequenza, precludendo completamente il passaggio alle correnti continue od alternate che circolano sui fili della luce.

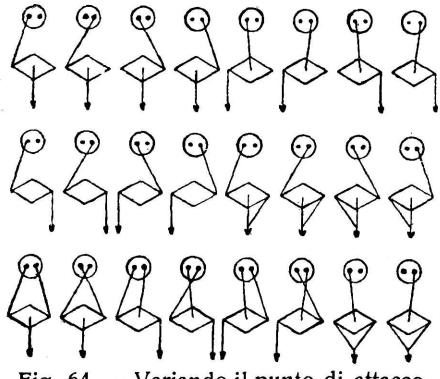
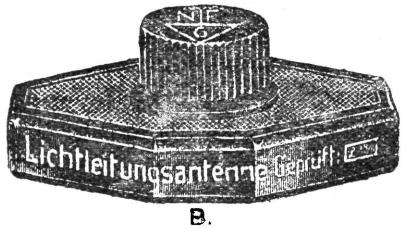


Fig. 64. — Variando il punto di attacco si varia la capacità del condensatore frazionato che esiste nel tappo

In commercio si trovano dei condensatori appositi che rispondono abbastanza bene allo scopo (fig. 63): si tratta di condensatori a prese



B.

Fig. 65. — Tappo d'antenna a verniero

multiple, cioè a capacità variabile a seconda del punto in cui si fa la presa. Non conoscendo la capacità dell'impianto luce, che può essere a volte piccola ed a volte grande, è necessario inserire il con-

densatore e poi cercare per tentativi il miglior punto di attacco. La figura 64 spiega chiaramente la cosa: il circolo con 2 puntini rappresenta la presa di corrente, la losanga il condensatore e la freccia indica il collegamento che va al serrafilo d'antenna dell'apparecchio ricevente. In Germania si usa invece un condensatore (fig. 65) con verniero: si farà girare il pomello sino al punto in cui si ottiene la miglior ricezione. Si citano altri esempi di collettori d'onde improvvisati, anche gli alberi sono ottimi e permettono in campagna una discreta ricezione.

Non si ripeterà però mai abbastanza che il vero ricevitore è l'antenna od il quadro, tutte le altre soluzioni non rappresentano che mezzi di fortuna da usarsi solo in via di ripiego.

L'ATOMO E GLI ELETTRONI

Fin dalle scuole elementari abbiamo appreso che cosa sia l'atomo. I nostri maestri ci hanno detto presso a poco così: prendete un corpo qualunque, per esempio un pezzo di ferro, e suddividetelo in parti più piccole, queste particelle suddividetele ancora in altre minori e così via sin che otterrete un elemento così piccolo che è impossibile suddividerlo ancora, questo è l' *atomo.*

Infatti la vecchia chimica definiva ancora l'atomo come « la più piccola particella in cui si possa suddividere un corpo ». Si diceva che questo elemento limite costituisse la base di tutti i corpi materiali: atomo di ossigeno, atomo di ferro, atomo di oro, piombo, ecc. e per molto tempo si credette che l'atomo fosse realmente la base di tutta la materia, che fosse semplice e che non si potesse scindere ulteriormente.

I progressi della scienza in questi ultimi anni hanno capovolto tutta questa ipotesi sulla costituzione fisica della materia ed ora si concepisce l'atomo sotto una forma ben più complessa. Immaginate nell'atomo un piccolo sistema solare, con dei pianetini ruotanti attorno al nucleo con grandissime velocità, soggetti dunque ad attrazione, traslazione e rivoluzione. Dentro quello che si credeva essere il corpo più semplice si è finito con lo scoprire un piccolo universo.

Dobbiamo fare forzatamente una piccola disgressione su questi fenomeni, senza la quale non si potrebbe capire nè la natura della corrente elettrica nè il funzionamento delle valvole a tre elettrodi che sono oggi la base della T. S. F.

Immaginiamo, al centro, un nucleo, che costituisce la materia propriamente detta, il quale è carico di elettricità positiva. Attorno a questo nucleo ed a una distanza *relativamente* grande, ruotano o gravitano delle particelle di elettricità negativa, che si chiamano *elettroni*. Questi elettroni sono dei veri atomi di elettricità (fig. 66).

Il numero degli elettroni che circondano il nucleo varia a seconda della natura dei corpi. Il corpo più semplice è l'idrogeno che ha 1 solo

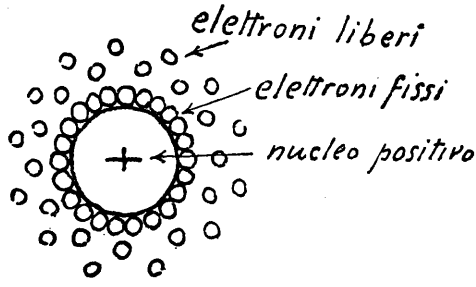


Fig. 66. — Un atomo è composto da uno o più nuclei (positivi) circondati da particelle di elettricità negativa chiamate elettroni. Alcune di queste particelle sono intimamente legate al nucleo e ne caratterizzano la composizione chimica. Gli altri elettroni sono liberi e sono questi che danno luogo ai fenomeni elettrici. Gli elettroni liberi si muovono con l'enorme velocità di 1000 Km. al secondo

nucleo, poi vi sono corpi con 4,8, 30, 80 ecc. nuclei, man mano che si avanza nella scala dei corpi semplici.

Le dimensioni degli atomi e degli elettroni sono tali da sconcertare la nostra mente, quelle lunghe file di zeri finiscono col farci perdere la nozione della misura.

Portiamo invece un paragone, magari grossolano, ma non privo di una certa proporzione, Immaginiamo di ingrandire una goccia d'acqua sino a fargli assumere le dimensioni della nostra terra. Le molecole che la compongono sono a loro volta formate da 2 atomi di idrogeno e da uno di ossigeno (H_2O) che in proporzione si potranno rappresentare con delle palle da tennis. Gli elettroni che ruotano attorno ai nuclei sono poi estremamente più piccoli, ne occorrerebbero circa 200 per coprire lo spazio di 1 millimetro.

Un termine di confronto più chiaro è forse quello di paragonare le molecole a dei soli attorno ai quali gravitano dei pianetini che sarebbero gli elettroni. Noi crediamo che la materia sia estremamente compatta, mentre invece gli elettroni si muovono a grandissima di-

stanza dai nuclei, proprio come i satelliti (per esempio la luna) si muovono attorno ai pianeti (per esempio la terra).

In questo minuscolo sistema astronomico avvengono delle catastrofi, delle molecole sono distrutte e gli elettroni se la battono mettendosi a vagabondare nell'etere che circonda le molecole, diventando così degli *elettroni liberi.*

La corrente elettrica non è altro che un movimento od un flusso di elettroni liberi.

La cosa merita qualche chiarimento.

Un corpo conduttore di elettricità, per esempio un filo di rame, contiene un gran numero di elettroni allo stato libero, che rimbalzano continuamente sugli atomi che ostacolano la loro corsa senza tregua, atomi che non possono assorbirli perchè hanno già il loro corteggio di elettroni al completo.

Se noi sottoponiamo un siffatto conduttore ad una forza elettromotrice, data da una pila, una dinamo, ecc., tutti questi elettroni liberi si mettono in movimento per aprirsi una strada fra gli atomi e cercano in tutti i modi di raggiungere il polo positivo della sorgente elettrica.

Questo flusso di elettroni che si spostano in un conduttore è quello che si chiama una corrente elettrica. Notiamo che essa è sempre diretta dal polo negativo (—) verso il polo positivo (+). Sino ad oggi si è insegnato che l'elettricità si muove dal positivo al negativo ma è una cosa puramente convenzionale e questa convenzione sbagliata è rimasta per tanto tempo perchè non si aveva modo di controllare il vero senso di circolazione della corrente. Dopo la scoperta della valvola a 2 elettrodi, che vedremo oltre, non è più possibile ammettere questa convenzione, che del resto si trova solo più nei libri vecchi di qualche anno.

Come un getto di sabbia è costituito dallo spostamento di numerosi granelli di sabbia, così una corrente elettrica è costituita dallo spostamento di un gran numero di elettroni che sono diretti dal — al +.

Se una corrente di 1 ampère circola per 1 secondo per accendere una lampada da 100 candele, il numero di elettroni trasportati in quel tratto di tempo è uguale a 6 miliardi di miliardi!

Il bombardamento elettronico.

In un conduttore freddo gli elettroni sono costretti a rimanere nell'interno del metallo, come in una gabbia rigorosamente chiusa costituita dalla superficie stessa del conduttore.

Supponiamo di rinchiudere il conduttore in un ampolla nella quale sia fatto il vuoto e portiamo il conduttore all'incandescenza: le molecole si agitano furiosamente e gli elettroni, forzando la loro prigione, possono sfuggire all'esterno con una velocità considerevole. Un filo metallico incandescente, situato nel vuoto diventa la sede di una emissione di elettroni che è tanto più intensa quanto più la temperatura è elevata e quanto più il vuoto è assoluto. Questo fenomeno si chiama *dissociazione elettronica* o più semplicemente *bombardamento elettronico*. Una lampadina elettrica, con vuoto molto spinto dà luogo a questo fenomeno e gli elettroni che sfuggano all'impazzata dal filamento incandescente vanno a cozzare contro le pareti di vetro. Le traccie di annerimento che si riscontrano sul vetro delle lampadine usate sono appunto dovute a particelle di filamento che gli elettroni hanno trasportato nella loro corsa.

Una simile emissione di elettroni non può avvenire che nel vuoto poichè se il conduttore fosse circondato da un gas, anche rarefatto, le molecole del gas costituirebbero già un ostacolo alla corsa degli elettroni, i quali non potrebbero più sfuggire dal conduttore. Vedremo ora come questo fenomeno sia utilizzato sia nei trasmettitori che nei ricevitori di T. S. F.

La valvola di Fleming.

Consideriamo una lampadina elettrica comune, nella quale si sia fatto il vuoto con una potente pompa pneumatica, ed alimentiamola con una batteria di accumulatori A in modo da portare all'incandescenza il suo filamento F (fig. 67). Sappiamo già ciò che avviene: il filamento lascia sfuggire degli elettroni o particelle di elettricità negativa, in quantità tanto più grande quanto più la temperatura del filamento è elevata. Gli elettroni escono con enorme velocità (circa 1000 km. al secondo) e sono arrestati nella loro corsa dalla parete di vetro della lampadina che gli impedisce di andare all'esterno.

Supponiamo ora di avere nell'ampolla una piastrina metallica o *placca* P unita esternamente con il polo positivo di una pila o bat-

teria B, il cui negativo andrà poi ad unirsi in C con uno dei poli della batteria d'accensione A.

La batteria B non ha altro scopo che di comunicare una polarità positiva alla placca P.

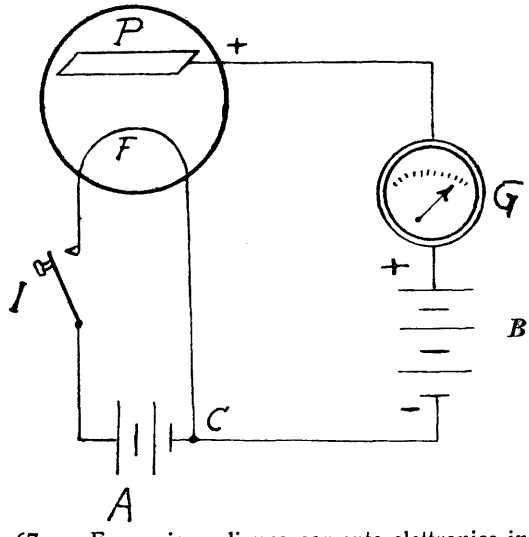


Fig. 67. — Formazione di una corrente elettronica in una lampadina a due elettrodi. P = placca, F = filamento

Quando l'interruttore I, che comanda il riscaldamento del filamento è aperto, la batteria B non potrà erogare alcuna corrente attraverso il circuito F P B C per la buona ragione che fra P ed F il circuito è interrotto, cioè abbiamo uno spazio vuoto che offre una resistenza infinita e perciò impedisce ogni passaggio di corrente.

Chiudiamo ora l'interruttore I e subito la corrente della batteria A renderà incandescente il filamento che comincierà ad emettere degli elettroni, questi elettroni sono negativi e verranno subito attirati dalla placca P che è positiva (perchè unita al polo + della batteria B). Vedremo subito con sorpresa che il galvanometro G indicherà un passaggio di corrente nel circuito F P B C.

Nei conduttori metallici questa corrente ha la forma di un flusso di elettroni che circola fra le molecole del metallo; nello spazio F P essa ha la forma di un flusso di elettroni circolanti senza ostacoli nel vuoto.

Possiamo da questo fenomeno trarre alcune affermazioni ricche di conseguenze:

I. - Se aumentiamo progressivamente la forza elettromotrice, cioè il voltaggio della batteria B, la corrente aumenterà pure progressivamente. Cioè un maggior numero di elettroni riuscirà a raggiungere la placca.

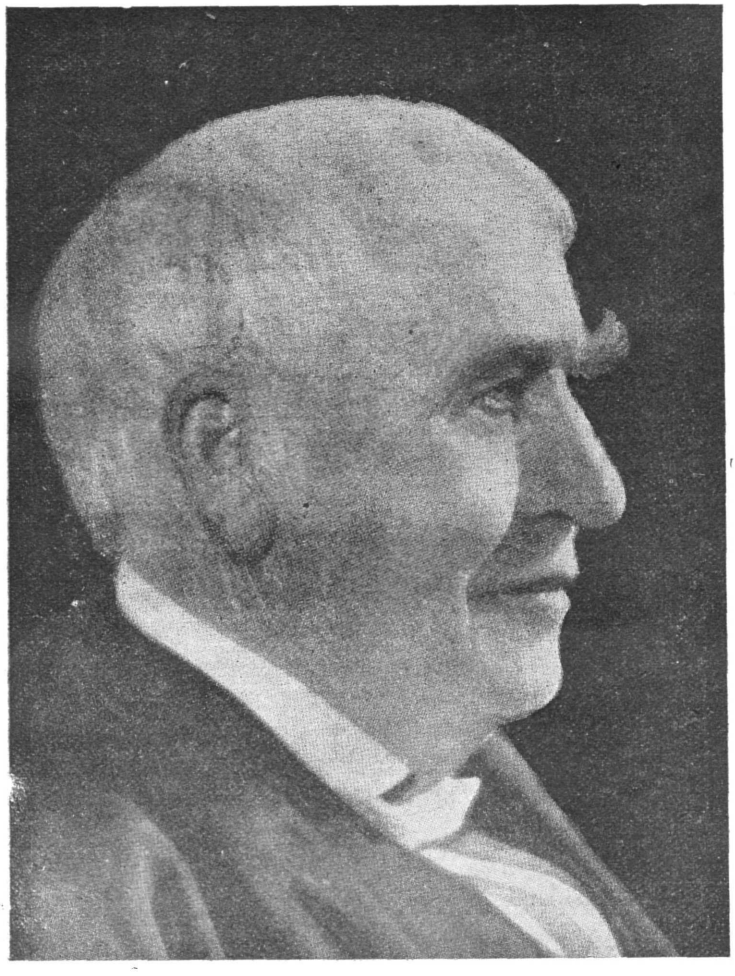


Fig. 68. — Thomas Alva Edison fu il primo a constatare la presenza della corrente elettronica nei tubi a vuoto. Perciò il passaggio di corrente dal filamento alla placca si chiama anche effetto Edison

II. - A partire da un certo valore della forza elettromotrice si osserva che la corrente non aumenta più, malgrado si aggiungano nuovi elementi alla batteria B. Ciò significa che la corrente ha rag-

giunto un valore detto di *saturazione* e tutti gli elettroni liberati dal filamento sono attirati dalla placca.

Per ottenere una corrente più elevata bisognerebbe che il filamento emettesse un maggiore numero di elettroni e ciò si può ottenere solo elevando la sua temperatura.

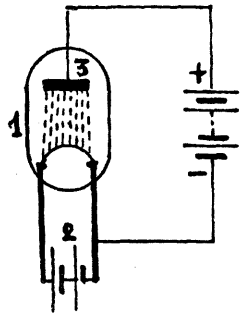


Fig. 69. — Uua batteria ha lo scopo di dare polarità positiva alla placca, mentre la batteria 2 serve per il riscaldamento del filamento

III. - Se invertiamo la polarità della batteria B in modo che sia il polo negativo quello che dà la polarità alla placca, constateremo che non vi è più alcun passaggio di corrente, malgrado si aumenti la tensione.

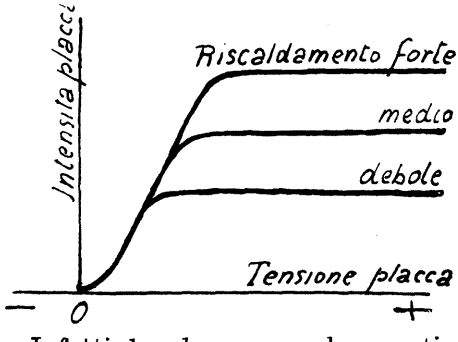


Fig. 70. — Aumentando l'incandescenza del filamento aumenta la intensità della corrente di placca sino a raggiungere il valore di saturazione

Infatti la placca essendo negativa respingerà gli elettroni del filamento che sono sempre negativi, in virtù della vecchia legge di elettricità che dice che « le elettricità dello stesso segno si respingono mentre quelle di nome contrario si attirano ».

Questa proprietà è molto preziosa poichè permette di realizzare un apparecchio che non lascia passare che la corrente diretta in una sola direzione. Questo effetto *di valvola* ha molte applicazioni in T. S. F.

Le proprietà ora enunciate si possono riassumere nel grafico della

figura 70 che indica come varia la corrente del circuito quando varia la forza elettromotrice o tensione della batteria B.

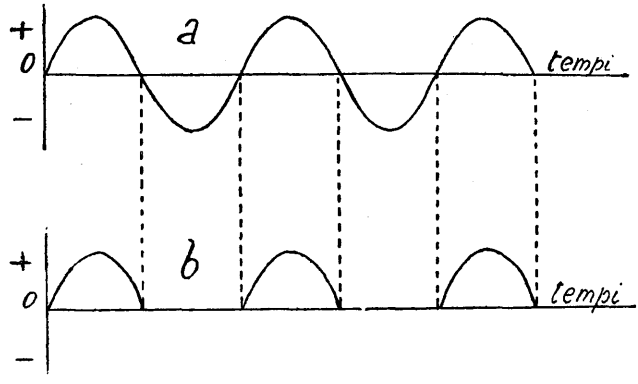


Fig. 71. — Effetto raddrizzatore di una valvola a 2 elettrodi: tutte le semionde negative sono soppresse, perciò non abbiamo più una corrente alternata ma una corrente pulsante o continua diretta in un solo senso

Vediamo che per una tensione di valore negativo la corrente è zero.

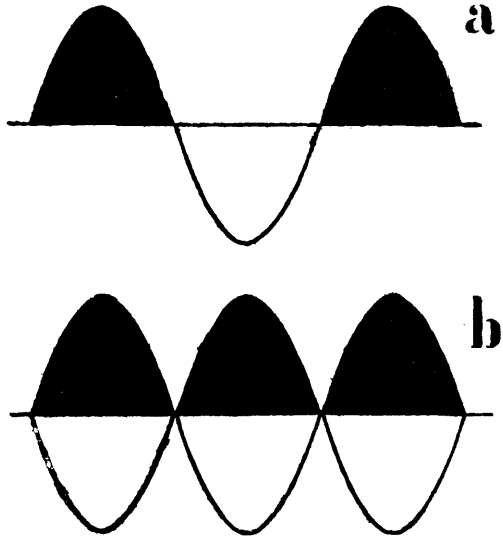


Fig. 72. — Con due raddrizzatori opportunamente accoppiati si raddrizzano entrambe le alternanze

Poi essa cresce con l'aumentare della tensione non appena essa ha un valore positivo. Questo aumento della corrente seguita sino a

raggiungere il valore di saturazione. Il valore di saturazione è tanto più elevato quanto più il filamento viene riscaldato. Un'applicazione immediata di ciò che abbiamo visto è la rettificazione della corrente alternata ottenuta in questo modo.

Supponiamo che la batteria B sia sostituita da una sorgente di corrente alternata, solo le semionde di senso positivo potranno passare. La figura 71 mostra il risultato ottenuto: tutte le semionde negative sono eliminate e si ottiene così una corrente pulsante ma sempre diretta nello stesso senso. Un raddrizzatore di questo genere lavorerebbe male poichè le semionde negative resterebbero inutilizzate. Accoppiando opportunamente due raddrizzatori di questo genere non si ottiene più una corrente come in *a* ma come in *b* (fig. 72) cioè entrambe le semionde sono utilizzate.

La valvola a vuoto ora descritta si chiama valvola di Fleming dal nome del suo inventore, benchè il fenomeno fosse stato precedentemente studiato da Edison. La valvola Fleming non ha che due elettrodi: filamento e placca e viene usata solo più come raddrizzatore, cioè per trasformare la corrente alternata in continua. Essa segna una gran tappa nella storia della T. S. F. poichè con una piccola modificazione di essa si ottenne il moderno triodo, il meraviglioso strumento che ha reso così popolare la radio.

La valvola a tre elettrodi.

Nel 1905 l'americano Lee de Forest introduceva un perfezionamento alla valvola di Fleming ottenendo una valvola a 3 elettrodi che egli chiamò Audion. Invece di lasciargli il nome semplicissimo di Audion (parola tuttavia etimologicamente sbagliata perchè deriva dall'unione di una radice latina con una desinenza greca) i puristi si sono affrettati a battezzarla con una filza di nomi di cui diamo un saggio: triodo, tubo a vuoto, kénotron, valvola oscillante, pliotron, termotron, relai termoionico, valvola ionica, relai elettronico, audiotron, pliodinatron, dinatron, amplitron, oscillon, ultraudion e chi più ne ha più ne metta. In pratica sono rimasti i nomi più semplici di triodo e di valvola, i francesi la chiamano semplicemente lampada e gli inglesi valvola.

L'invenzione di Lee de Forest, consiste nell'aver aggiunto il 3° elettrodo, cioè la *griglia*, interposto fra il filamento e la placca. In questo modo la valvola viene ad assumere l'aspetto della figura 74.

Il filamento F è composto da un tratto rettilineo di sottile filo di molbideno. La griglia G è formata da un filo avvolto ad elica attorno al filamento, ma la griglia può anche assumere altre forme a seconda dei fabbricanti: una gabbia a larghe maglie, una rete metallica avvolta a tubo, ecc.

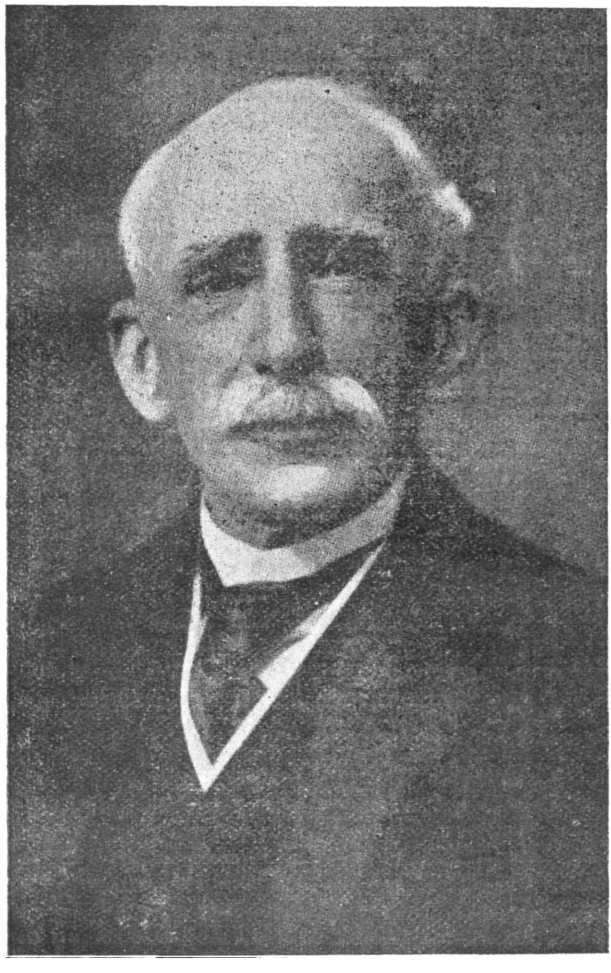


Fig. 73. — John A. Fleming l'inventore della valvola a 2 elettrodi

La placca P è costituita da un cilindro di nichelio che circonda il tutto. Le due estremità del filamento, la griglia e la placca sono collegate rispettivamente a 4 spine che servono a portare la corrente.

Le quattro spine non sono disposte regolarmente rispetto al centro ma una di esse è sfalsata. In questo modo la valvola si può introdurre nel porta-valvola in una sola posizione, evitando ogni

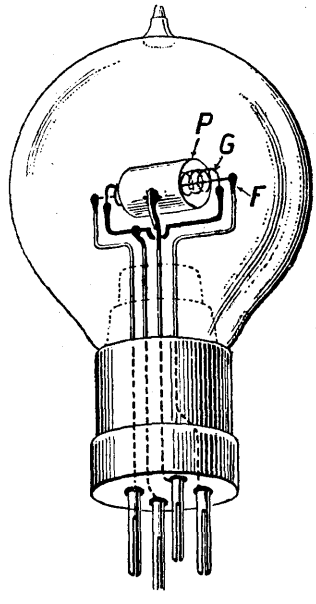


Fig. 74. — L'Audion o triodo o valvola

errore di inserzione, errore che potrebbe esser causa della bruciatura della valvola stessa.

Le figure 75 e 76 mostrano la disposizione delle spine sotto la valvola: la spina più distante delle altre corrisponde alla placca, la sua

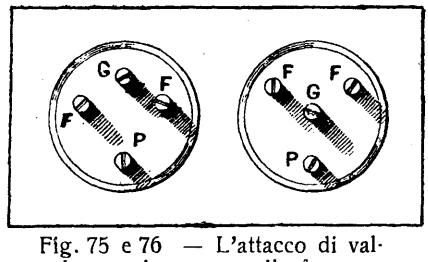


Fig. 75 e 76 — L'attacco di valvola americano e quello francese

compagna diametralmente opposta corrisponde alla griglia, le due altre mettono capo al filamento. Questa è la disposizione più comune adottata da quasi tutti i fabbricanti. Si trovano però anche delle

valvole con gli attacchi ad Y in cui F F corrispondono al filamento, G alla griglia e P alla placca.

Consideriamo ora una valvola inserita secondo lo schema della figura 77, schema puramente teorico ma che dimostra efficacemente il comportamento della valvola.

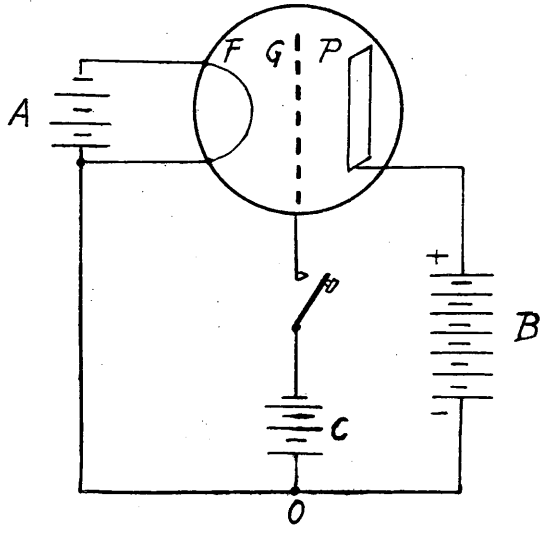


Fig. 77. — Schema teorico indicante il modo di funzionare di una valvola

Il filamento F è riscaldato da una batteria A, mentre la batteria B darà polarità positiva (+) alla placca e negativa (—) al filamento. La griglia viene unita ad una terza batteria C.

Se non ci fosse questa terza batteria C si otterrebbero semplicemente gli stessi effetti già visti nella valvola a 2 elettrodi. Cioè essendo la placca positiva essa attira il flusso di elettroni emesso dal filamento, questi elettroni passano attraverso alle maglie della griglia e fanno nascere la solita corrente nel circuito P B O F, detto circuito di placca.

Attacchiamo ora la batteria C in modo che il suo polo negativo sia unito alla griglia; la griglia acquisterà così un potenziale negativo. Gli elettroni emessi dal filamento sono sempre negativi e trovandosi dinnanzi una griglia pure negativa, sono respinti da essa e non possono più raggiungere la placca. Stando così le cose nella placca avremo corrente zero.

Proviamo ora a fare il contrario, cioè attaccare la griglia sul polo positivo della batteria C. In questo modo la placca esercita la solita attrazione sugli elettroni emessi dal filamento, cioè li attira, facendoli

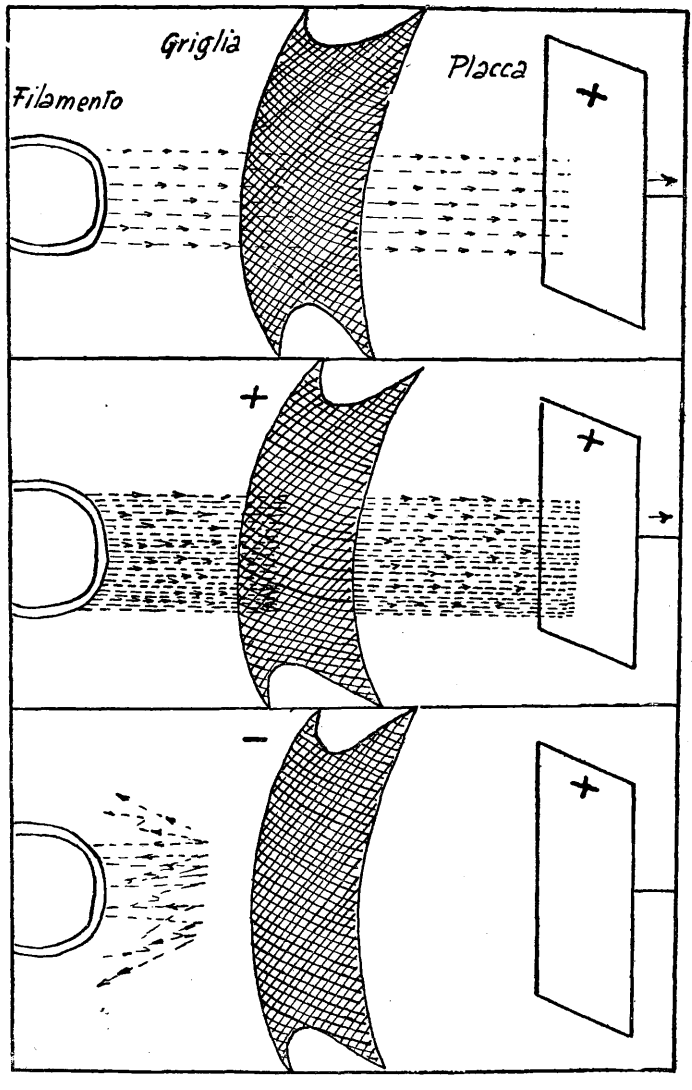


Fig. 78. — Se la griglia non ha nessuna polarità passerà una certa corrente. Se la griglia ha una polarità positiva la sua azione verrà a sommarsi con quella della placca e la corrente di passaggio (o di placca) aumenterà notevolmente. Se la griglia è negativa essa respingerà gli elettroni (negativi) perchè le due elettricità dello stesso segno si respingono

passare attraverso le larghe maglie della griglia, la quale essendo positiva, non solo si lascia attraversare, ma concorre anch'essa ad

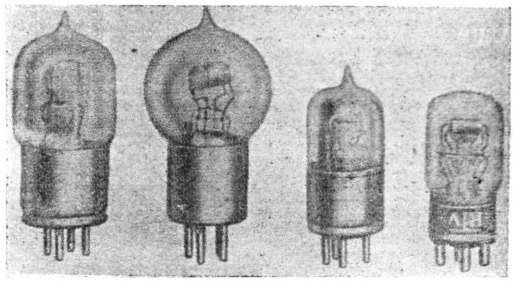


Fig. 80

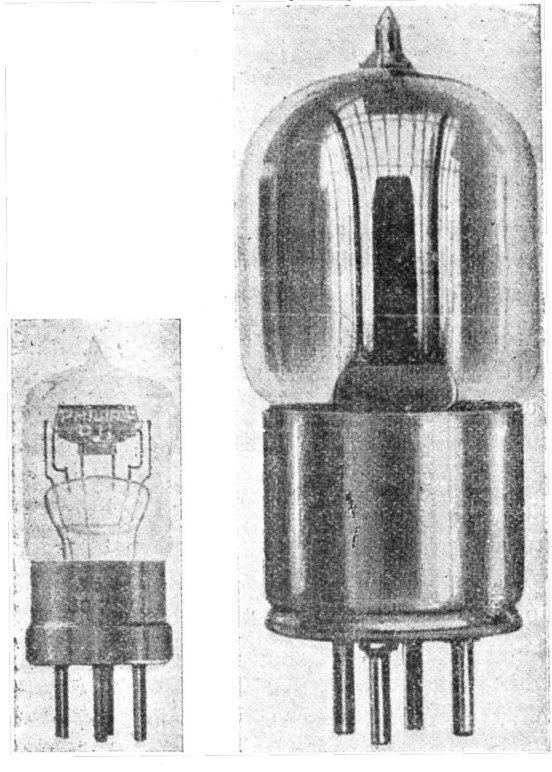


Fig. 79 Fig. 81

Alcuni tipi di valvole

attirare gli elettroni i quali la attraverseranno ancora più numerosi. Con griglia positiva abbiamo dunque un maggiore numero di elet-

troni attirati, vale a dire la corrente nel circuito di placca sarà più intensa.

Da ciò vediamo come il valore della corrente nel circuito di placca dipenda strettamente dalla polarità della griglia o, per dirla più esattamente, dal potenziale elettrico della griglia.

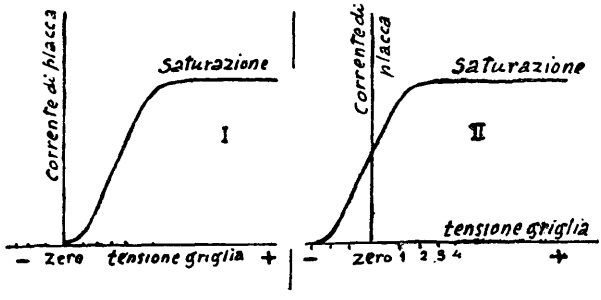


Fig. 82, 83. — Come varia la corrente elettronica circolante fra filamento e placca quando si fa variare la tensione della griglia (tensione di placca e riscaldamento del filamento mantenuti costanti) I con tensione di placca moderata. II con tensione di placca più forte. Notare che il valore della corrente di saturazione rimane costante

Bastano piccolissime variazioni dello stato elettrico della griglia per ottenere grandi variazioni nel circuito di placca.

L'andamento di questo fenomeno si può rappresentare graficamente con un diagramma come quello della figura 82.

Verticalmente, vale a dire sulle *ordinate* porteremo i valori della corrente, e orizzontalmente, cioè sulle *ascisse*, si esprime il valore del potenziale di griglia, che sarà positivo e crescente a partire da zero verso la destra e negativo crescente a partire da zero verso la sinistra.

Questa curva ci rappresenta il modo di variare della corrente di placca quando varia la tensione di griglia; il riscaldamento del filamento e la tensione di placca rimangono costanti.

Osserviamo dunque la figura e ragioniamo un po' su quello che essa ci dice: Sinchè la griglia è negativa la corrente non può passare ed il circuito rimane come interrotto. A partire da zero la griglia diventa positiva e la corrente incomincia a crescere, per raggiungere un valore massimo che corrisponde alla saturazione.

Questo è quello che avviene se la tensione applicata alla placca non è troppo elevata, per esempio 40 volt.

Ma praticamente sappiamo che gli apparecchi ricevitori funzio-

nano con tensione un po' più elevata, da 70 a 90 volt ed allora il fenomeno che avviene in una valvola è leggiermente diverso.

Infatti se applichiamo alla placca una tensione più elevata, essa eserciterà sugli elettroni un'attrazione fortissima e li attirerà lo stesso, anche se la griglia è negativa e tende a respingerli. Cioè l'attrazione esercitata dalla placca è più potente della repulsione esercitata dalla griglia. Questo fatto è chiaramente espresso dal grafico della figura 83 che corrisponde alle condizioni ordinarie di utilizzazione delle valvole a tre elettrodi.

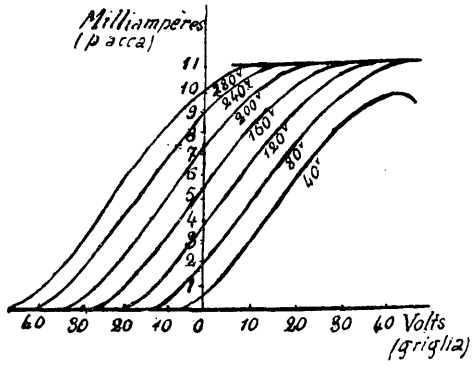


Fig. 84. — Caratteristica di una valvola sotto diverse tensioni di placca

Più la tensione di placca è elevata e più la placca attira gli elettroni (cioè si stabilisce la corrente) malgrado l'azione contraria della griglia. La figura 84 rappresenta questo fatto e i diagrammi di questo genere si chiamano curve caratteristiche delle valvole. Ogni costruttore di valvole inserisce nei suoi listini queste curve caratteristiche dalle quali il dilettante esperto comprende subito in quali condizioni debba lavorare una valvola per dare il suo massimo rendimento.

Chi ha compreso le spiegazioni precedenti si può ora rendere ragione delle diverse funzioni della valvola. La valvola in T. S. F. può servire per tre funzioni:

1° *Amplificazione* delle debolissime correnti captate dall'antenna.

2° *Rivelazione* o *rettificazione* cioè trasformazioni delle radioonde in correnti atte ad azionare un microfono ricevitore.

3° *Generazione* di correnti alternate ad altissima frequenza, cioè correnti atte alla trasmissione.

La valvola come amplificatrice.

Le correnti captate dall'aereo sono sempre debolissime e difficilmente riuscirebbero a far funzionare il microfono ricevitore se non fossero amplificate dalle valvole.

Abbiamo visto ora come una *piccolissima* variazione del potenziale di griglia procuri una *grande* variazione della corrente di placca.

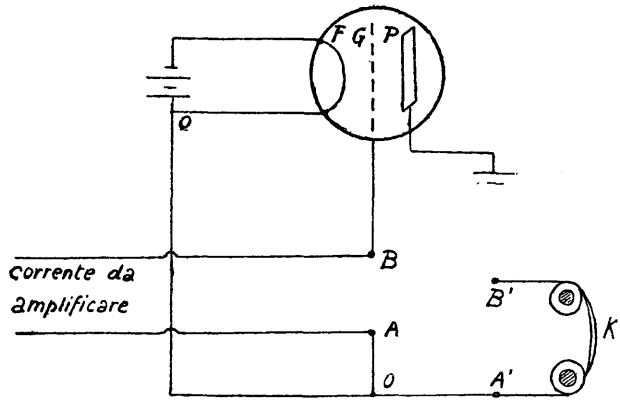


Fig. 85. — La valvola come amplificatrice

Attacchiamo dunque sul nostro aereo una valvola secondo lo schema della figura 85 cioè mandiamo la corrente da amplificare fra la griglia ed il filamento, le piccole variazioni di questa corrente si ripercuoteranno sulla placca con correnti della stessa forma ma da otto a dodici volte più intense.

Se, per esempio, la corrente captata ha un'intensità di $^1/_{10.000}$ di ampère, essa è insufficiente a far vibrare la membrana telefonica della cuffia K, od almeno la ricezione sarà debolissima, ma se inseriamo una valvola nel modo ora citato, la corrente che agisce sul microfono si troverà amplificata a $^1/_{1000}$ di ampère, cioè la ricezione sarà abbastanza forte.

La valvola agisce dunque come quell'apparecchio che gli elettricisti chiamano *relai* o *soccorritore,* ma mentre un relai è lento e pigro, la valvola ha la preziosa proprietà di *non avere alcuna inerzia,* cioè la corrente amplificata segue senza ritardo e con fedeltà tutte le variazioni della corrente in arrivo. L'assenza di ogni inerzia della valvola è dovuta al fatto che la massa mobile che agisce come relai è costituita da elettroni, dotati di una massa piccolissima e muoventisi con velocità enormi.

La valvola serve per amplificare le correnti ad altissima frequenza, come pure quelle a bassa frequenza. Montando più lampade in cascata, cioè una dietro l'altra, si può spingere l'amplificazione all'infinito (fig. 87). Si potrebbe così rendere un rumore debolissimo con un intensità enorme, nulla impedisce di amplificare i passi di una mosca sino a renderli forti come cannonate.

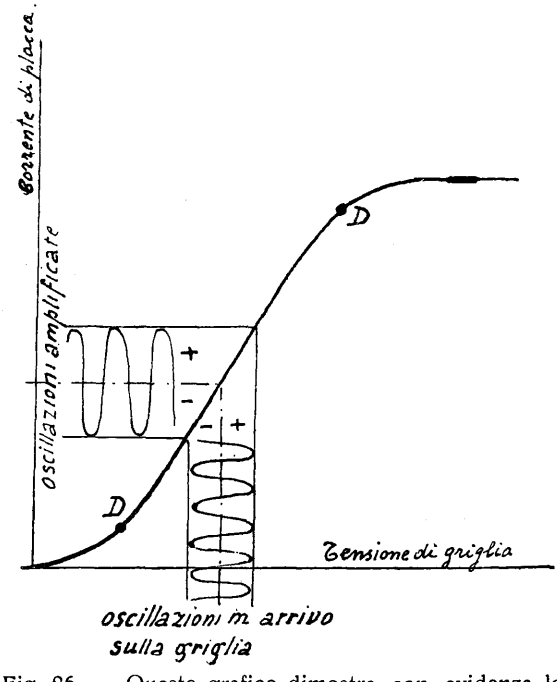


Fig. 86. — Questo grafico dimostra con evidenza la funzione amplificatrice di una valvola. Lavorando nel tratto rettilineo della caratteristica le oscillazioni che arrivano sulla griglia sono amplificate sulla placca

In pratica l'amplificazione trova un limite, poichè è, se è vero, che i suoni si possono amplificare all'infinito, è anche vero che i rumori atmosferici sono ugualmente amplificati, perciò in radiofonia non si spinge mai l'amplificazione oltre a 10 o 12 stadi di amplificazione, cioè 10 o 12 valvole montate a questo scopo.

E' appunto l'amplificazione a valvole quella che permette di ricevere con antenne piccolissime, o magari con quadri le stazioni Americane in Europa.

Le valvole usate in questo modo hanno trovato anche applicazioni fuori del campo della radio, così ad esempio in America sono assai

usati degli amplificatori a valvole che permettono agli oratori di essere intesi a quattro o cinque chilometri di distanza. Gli oratori parlano

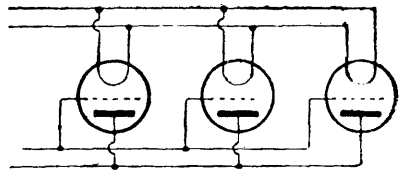


Fig. 87. — Valvole montate in cascata

a bassa voce dinnanzi ad un microfono il quale è collegato agli altoparlanti per mezzo di valvole amplificatrici.

La valvola come rettificatrice.

Le radio-onde che investono l'aereo non sono altro che correnti alternate ad altissima frequenza, circa un milione di periodi al secondo. Ciò vuol dire che esse cambiano di senso un milione di volte al secondo e la cosa si potrebbe schematicamente rappresentare con la figura 88. Per ricevere noi abbiamo bisogno che queste correnti facciano vibrare la membrana di un telefono ed il Lettore comprenderà subito che una corrente di questo genere non è adatta per questo scopo.

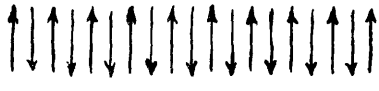


Fig. 88. — Una corrente alternata ad alta frequenza si inverte periodicamente di direzione e perciò le sue azioni si annullano a vicenda quando si tratta di azionare una membrana telefonica

Una membrana telefonica, per quanto leggiera, presenta sempre un certo peso che non gli consente di vibrare con una simile frequenza, senza contare che questi impulsi rapidissimi e di direzione opposta finiscono con l'annullarsi a vicenda.

Praticamente una membrana telefonica assoggettata a oscillazioni di questa natura *si incolla* da una parte e rimane immobile.

Diciamo ciò senza contare che l'inevitabile selfinduzione dei cir-

cuiti basterebbe da sola ad opporsi ad ogni azione di correnti ad alta frequenza.

Si presenta quindi un primo problema: diminuire la frequenza delle oscillazioni e ridurre gli impulsi diretti tutti in una sola direzione.

Questa funzione è compiuta da un organo chiamato *rettificatore, rivelatore* o *detector*.

Le valvole si prestano benissimo a questa funzione e vi si prestano anche certi cristalli (galena, zincite, ecc.) come vedremo più

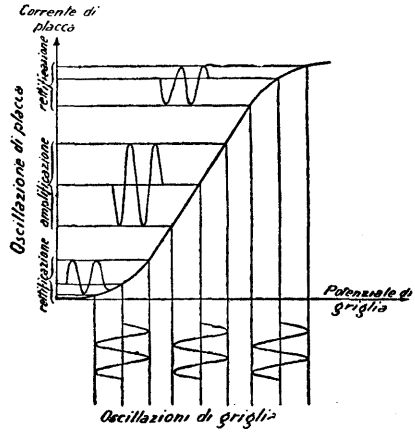


Fig. 89. — Caratteristica completa di una valvola

tardi. Nei primi tempi della T. S. F. la rivelazione era fatta dal famoso coesore o coherer di Calzecchi-Onesti.

Esaminiamo nuovamente la figura 89 che mostra la *caratteristica* di una valvola. Sappiamo per esperienza che molti dilettanti non prestano eccessiva attenzione a queste curve, perchè non le comprendono, mentre invece esaminandole con buona volontà si trova che esse sono chiarissime e permettono di interpretare tutti i fenomeni che avvengono in una valvola.

Supponiamo di far lavorare la valvola nel tratto rettilineo della caratteristica è chiaro che avremo amplificazione e la figura 86 mostra materialmente la cosa.

Noi vediamo però che la curva caratteristica fa due ginocchi, uno al disotto e l'altro al disopra del tratto rettilineo.

Che cosa avviene se si fa lavorare la valvola in questo tratto della curva ?

Una cosa assai semplice, tutte le semionde dirette in un senso sono amplificate, mentre quelle dirette in senso contrario sono quasi soppresse (fig. 90).

Otteniamo così sulla placca una corrente quasi continua, cioè degli impulsi unidirezionali, e poichè questi impulsi sono diretti tutti nello

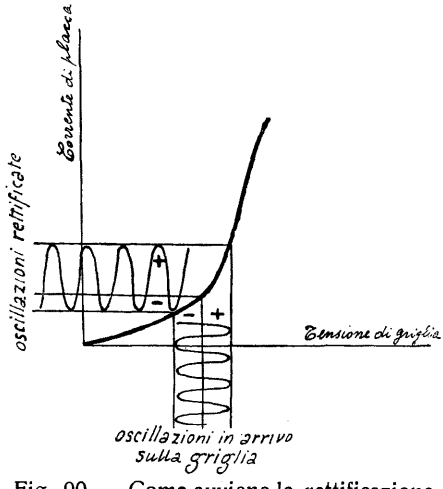


Fig. 90 — Come avviene la rettificazione. Se la valvola lavora nel ginocchio della curva (punto detector) avviene che le semionde negative rimangono quasi del tutto eliminate nel passare dalla griglia alla placca

stesso senso e sono vicinissimi l'uno all'altro, essi non hanno un'azione individuale, ma un'azione totale. In definitiva la corrente ottenuta sulla placca ha l'andamento dell'area tratteggiata (fig. 91), ma osserviamo che la corrente di placca è data dalla batteria di placca e non dall'aereo.

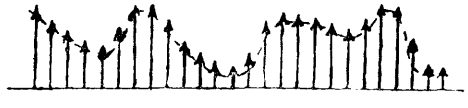


Fig. 91 — Correnti rettificate

Siamo così riusciti ad ottenere una corrente a bassa frequenza, adattissima ad azionare un telefono, diretta in un solo senso e perciò corrente pulsante o continua. La corrente di placca, molto più intensa di quella captata dall'aereo la quale agisce sulla griglia, riproduce fedelmente a frequenza udibile tutte le variazioni di questa.

La rettificazione si può ottenere in due punti della caratteristica e precisamente nei due ginocchi: questi punti prendono il nome di *punti detectori.*

Per fare funzionare una valvola a tre elettrodi come rettificatrice è necessario dare un potenziale di griglia positivo o negativo, oppor-

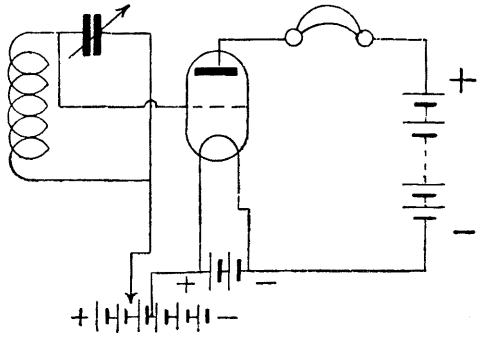


Fig. 92. — Circuito teorico: una batteria di pile dà un leggiero potenziale alla griglia

tunamente adatto allo scopo, cioè tale da lavorare nei punti detector.

Un circuito adatto a questo scopo è quello della figura 92, dove una batteria con presa variabile ci consente di variare a volontà il potenziale della griglia. Abbiamo però un inconveniente: questo

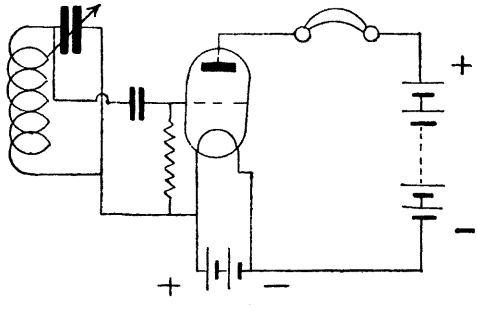


Fig. 93. — La rettificazione come avviene praticamente: la falla di griglia

apparecchio richiederebbe tre batterie ed i dilettanti trovano che la manutenzione di due batterie richiede già sin troppo. Perciò si è cercato di ottenere la rettificazione facendo a meno della terza batteria, utilizzando il fenomeno che gli inglesi chiamano *grid leak* e che in italiano vorrebbe dire *falla di griglia.*

In pratica infatti si sostituiscono la terza batteria ed il riduttore di potenziale che serve a dare il voluto potenziale negativo alla griglia, con un dispositivo molto più semplice. Infatti il potenziale negativo che deve avere la griglia rispetto al filamento affinchè il funzionamento abbia luogo attorno al punto giusto della caratteristica è compreso fra 4 e 6 volt circa. Ora per mantenere acceso il filamento conviene applicargli pure una tensione di 4 ÷ 6 volt.

Era dunque logico pensare di servirsi della stessa batteria d'accensione per comunicare alla griglia il potenziale voluto. Per ottenere ciò si sopprimono la terza batteria ed il riduttore di potenziale e si intercala sul circuito filamento-griglia un condensatore di piccola capacità (2 millesimi di microfarad) shuntato da una grandissima resistenza (circa 1 megaohm, cioè 1 milione di ohm).

La figura 93 mostra come sono disposte le cose in tutti gli apparecchi riceventi. Il filo in cui è inserita la forte resistenza è stato collegato alla griglia ed a un polo della batteria di accensione. Sul filo del circuito oscillante che porta le radio-onde in arrivo è stato inserito un piccolo condensatore fisso. Il condensatore è fisso e così pure la resistenza che è formata da un bastoncino di silite.

La valvola come generatrice di onde persistenti.

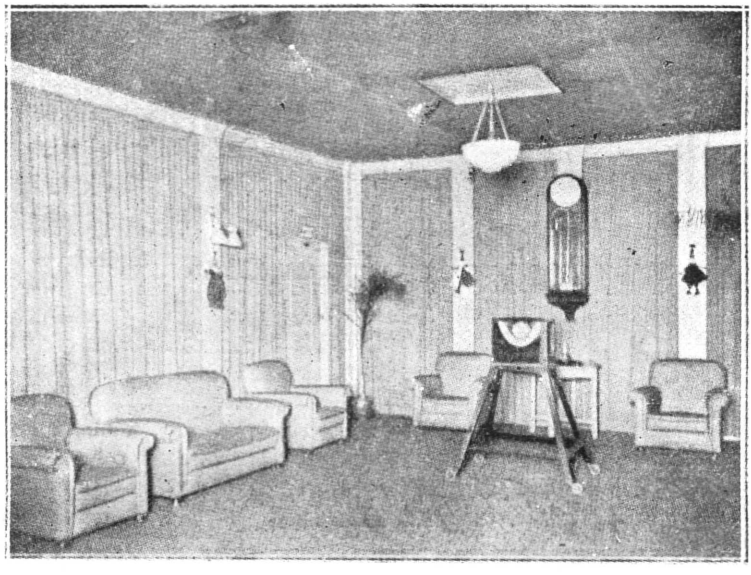
Il funzionamento del triodo come generatore lo vedremo meglio quando descriveremo le stazioni trasmettenti, per ora conviene accontentarci di una spiegazione sommaria.

Esaminiamo la figura 96 in cui abbiamo un triodo col filamento incandescente, in certe condizioni potrà produrre delle oscillazioni al alta frequenza nel circuito oscillante L_1 C_1 composto da selfinduzione e capacità.

Per comprendere bene il fenomeno è necessario ricordarsi dell'andamento di quella curva che abbiamo chiamato *caratteristica,* che esprime l'intensità della corrente che circola fra il filamento e la placca rispetto ai valori della tensione applicata alla griglia.

Sappiamo che questa corrente non può oltrepassare un certo valore detto di *saturazione* il quale corrisponde all'emissione totale degli elettroni del filamento incandescente. Se una certa corrente passa dal filamento alla placca, essa attraversa in parte la self L_1 e nella self L_2 situata nel circuito di griglia otterremo una certa tensione indotta. Se gli avvolgimenti di queste self sono disposti nel senso

Prezzo L. 1,50 - *Supplemento al N.° 4 (1926)* di "IL GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI" G. Lavagnolo, *direttore-responsabile*



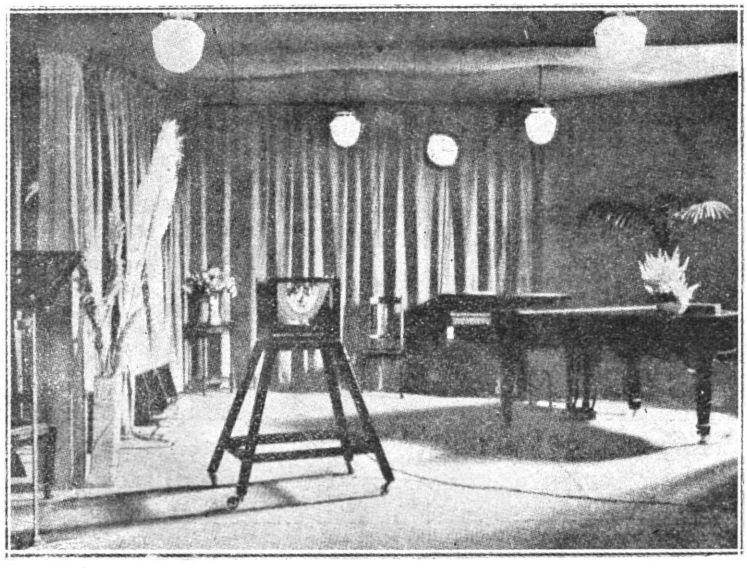


Fig. 103 e 104. — Gli "Auditorium" di Bournemonth e di Londra. Notare i panneggiamenti sulle pareti per ridurre gli echi. Anche il suolo è composto da uno strato di 25 cm. di segatura ricoperto da tappeti per impedire ogni rumore. Quando il microfono è in funzione delle lampade rosse si accendono nelle sale e nei locali vicini per imporre il silenzio più assoluto al personale ed agli artisti che attendono il loro turno

favorevole all'induzione mutua, la griglia tenderà ad essere più negativa. Diventando negativa la griglia, la corrente fra il filamento e la placca tenderà ad annullarsi. Ne consegue che la tensione indotta nella self L_2 andrà diminuendo e la tensione di griglia aumenterà.

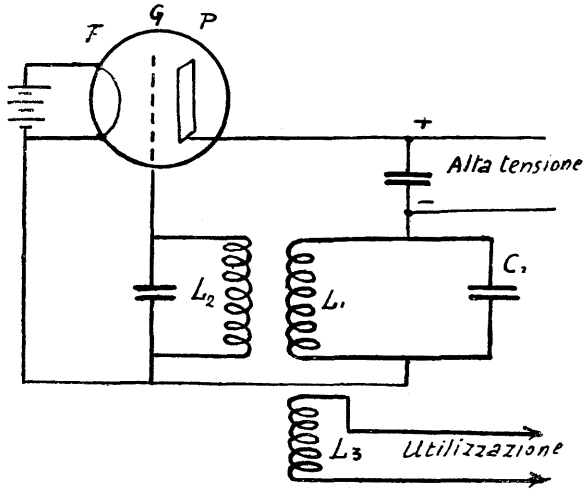


Fig. 96. — La valvola come generatrice di onde persistenti

Aumentando la tensione di griglia, crescerà pure la corrente di placca il che provocherà per lo stesso fenomeno una nuova diminuzione della tensione di griglia.

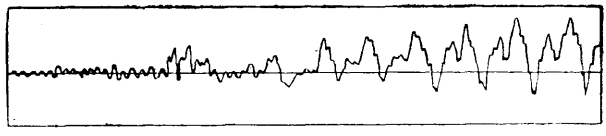
Anche senza sviluppare matematicamente la questione, si comprenderà da ciò come si possa arrivare ad un regime pendolare mantenuto automaticamente, avremo cioè una serie regolare di oscillazioni in un senso e nell'altro. Poichè sappiamo che la valvola non ha quasi inerzia, potremo spingere al massimo la velocità di queste periodiche inversioni, potremo cioè ottenere delle correnti alternate ad altissima frequenza. Dato che il circuito oscillante L_1 C_1 ha una frequenza propria definita dai valori della sua self e della sua capacità, noi otterremo in questo *circuito oscillante chiuso* delle oscillazioni a radiofrequenza costante (oppure di lunghezza d'onda costante, il che sappiamo che è la stessa cosa).

Ma un circuito chiuso è un mediocre radiatore e perciò per lanciare le radioonde nello spazio, lo accoppieremo induttivamente con una self L_3 unita ad un aereo.

Come avviene una trasmissione

I suoni e la voce.

I suoni non sono altro che vibrazioni dell'aria e sono caratterizzati dalla loro diversa frequenza. La trasmissione delle onde sonore è enormemente più lenta di quella delle radio onde, infatti i suoni percorrono 300 metri al secondo.



Vibrazioni corrispondenti alla parola " Qui „

I limiti di audibilità, cioè i limiti entro cui l'orecchio percepisce i suoni non sono ben netti, generalmente si ritengono fra 20 e 3500 vibrazioni al secondo. I suoni musicali su cui si plasma la voce umana

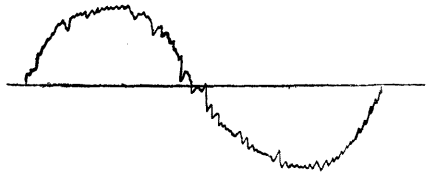


Fig. 97. — Registrazione grafica della voce

variano da 100 vibrazioni al secondo (baritoni) a 3000 vibrazioni al secondo (soprani).

La voce umana è prodotta dalle vibrazioni delle corde vocali le quali comunicano la loro vibrazione alla corrente d'aria che le attra-

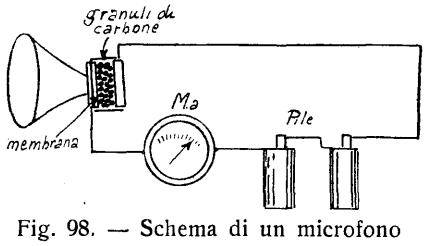


Fig. 98. — Schema di un microfono

versa. Ogni persona ha un diverso *tono* di voce, cioè una diversa frequenza fondamentale emessa dalle corde vocali; appena emessa la nota

fondamentale intervengono gli organi di modulazione (lingua, ugola, bocca, palato, naso, ecc.) i quali modificano queste emissioni dandogli il senso convenzionale per i nostri orecchi, cioè modulando quelle associazioni di suoni che sono le parole.

Queste modulazioni non sono altro che armoniche di frequenza multipla della fondamentale che si sovrappongono ad essa, ora sommandosi, ora sottraendosi da essa.

Il fenomeno è graficamente rappresentato dalla figura 97.

Il telefono.

Il telefono ci permette di trasformare le onde sonore in corrispondenti variazioni di corrente, mediante un organo chiamato microfono. La figura 98 mostra un circuito microfonico in cui vediamo una sottile membrana metallica dietro alla quale si trovano dei piccoli granelli di carbone. Parlando dinnanzi alla membrana essa si metterà a vibrare comprimendo più o meno fortemente i granelli. La corrente della pila P percorre il circuito ed è ovvio che il suo passaggio sarà facilitato quando i granelli sono compatti e ostacolato quando i granelli non sono compressi. Questo strato di carbone presenta dunque una resistenza continuamente variabile e sempre proporzionale all'andamento delle vibrazioni della membrana. Un milliamperometro *Ma* inserito in circuito ci indica queste rapidissime variazioni di intensità.

Otteniamo così delle variazioni di corrente che, in telefonia ordinaria, è facile ritrasformare nuovamente in vibrazioni sonore nel ricevitore telefonico.

Nelle ordinarie comunicazioni telefoniche non si potrebbe percorrere una grande distanza se la corrente microfonica non venisse elevata di tensione mediante un trasformatore (fig. 99).

Immaginiamo ora che questo trasformatore abbia un gran numero di spire e supponiamo di separare il primario dal secondario, togliendo il nucleo di ferro. Evidentemente potremo comunicare lo stesso perchè sappiamo che in virtù delle leggi sull'induzione, il flusso del primario verrà ad influenzare il secondario facendo nascere una corrente variabile nel circuito ricevitore.

La portata di una simile comunicazione sarebbe piccolissima perchè solo le correnti ad alta frequenza permettono di raggiungere grandi distanze, tuttavia essa sarebbe ancora possibile ad un centinaio di metri.

Principio dell'emissione radiofonica.

Per ottenere delle grandi portate si usano correnti a radiofrequenza (da 20.000 a più milioni di periodi) con le quali otterremo delle oscillazioni che, una volta generate, percorrono lo spazio senza bisogno di conduttori.

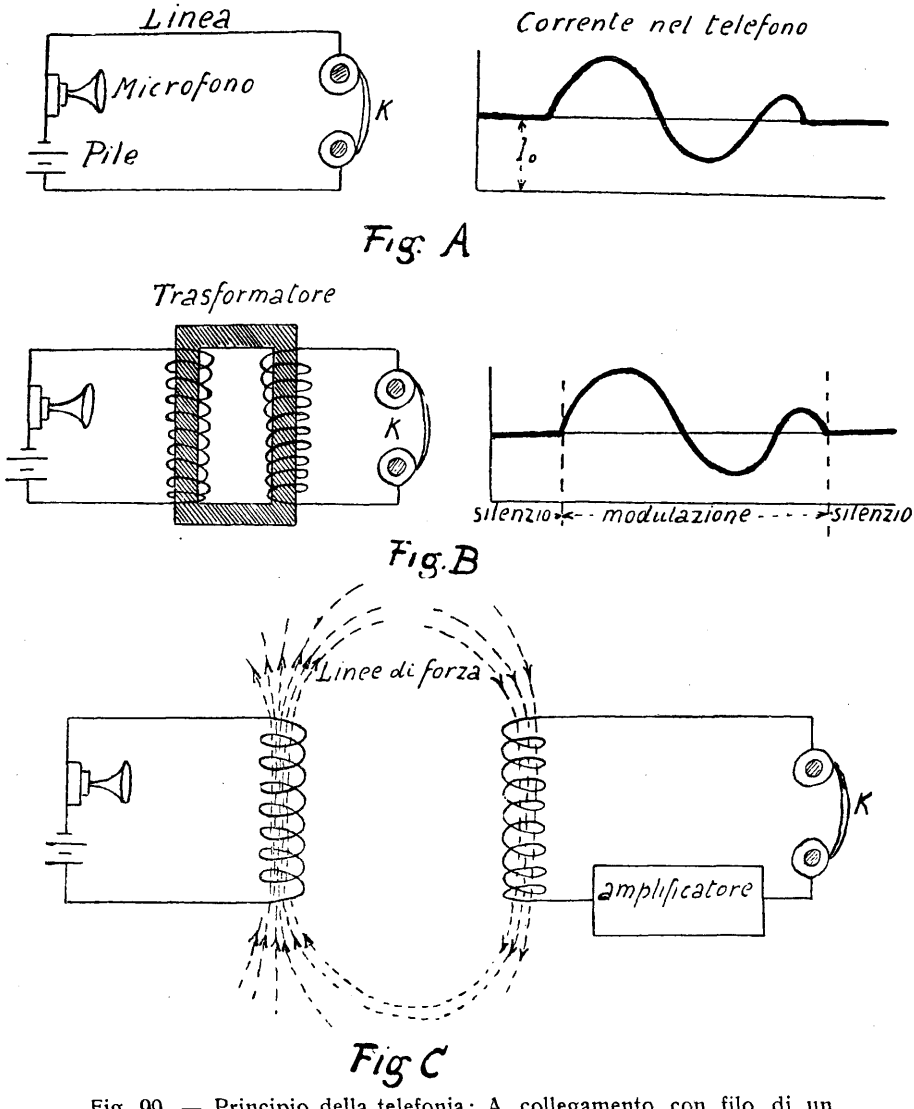


Fig. 99. — Principio della telefonia: A, collegamento con filo di un microfono e di un telefono. B, collegamento magnetico con trasformatore. C, collegamento magnetico a distanza mediante le linee di forza

In una stazione radiofonica la prima cosa da realizzare è l'emissione di onde persistenti, regolarissime e di frequenza rigorosamente costante. Si tratta cioè di emettere quella che si chiama *l'onda portante* la quale ci permette di raggiungere grandi distanze. Se, con un artificio qualunque, si riesce a sovrapporre all'onda portante una corrente microfonica, noi potremo *modulare* le radio-onde emesse.

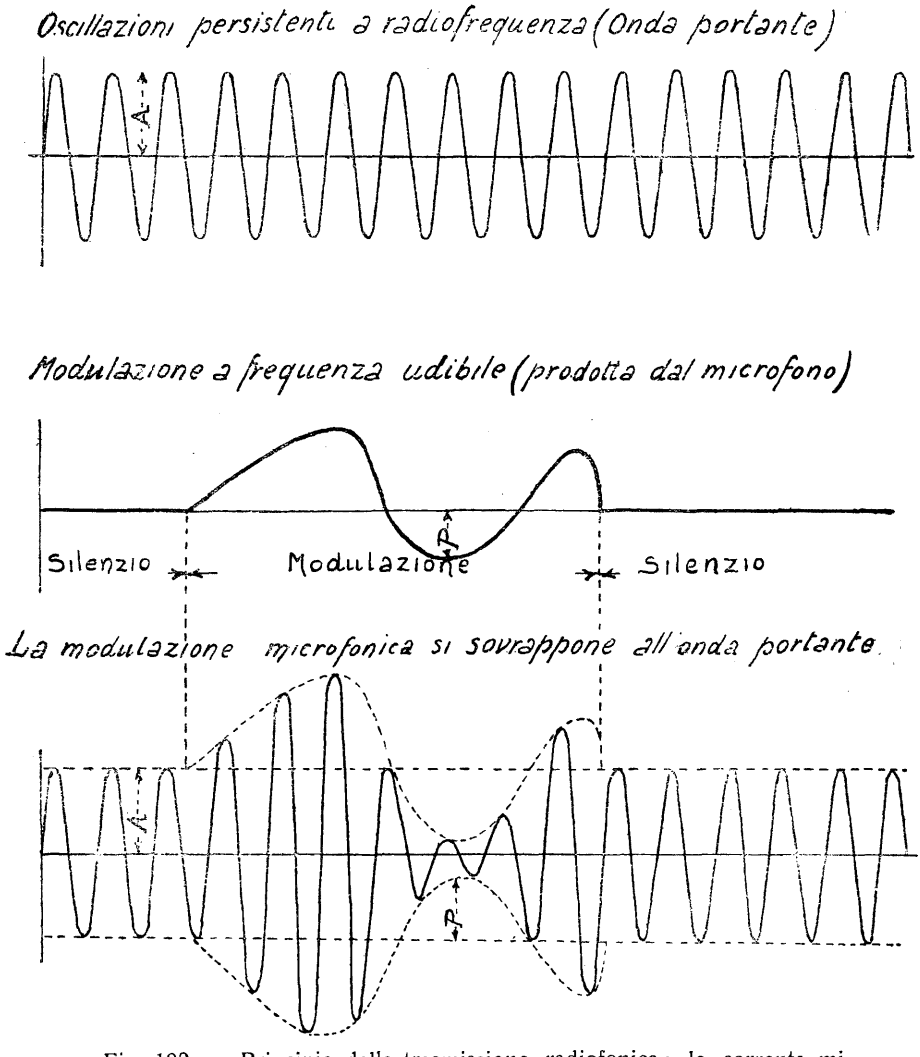


Fig. 100. — Principio della trasmissione radiofonica: la corrente microfonica viene a modulare l'onda portante: A = ampiezza dell'onda portante. P = profondità di modulazione. P deve sempre essere minore di A

Emetteremo così un'onda persistente di frequenza altissima e costante ma la cui ampiezza è costantemente variabile, secondo il contorno della modulazione acustica (fig 97).

In certe stazioni trasmettenti da dilettanti il microfono modulatore è piazzato direttamente sull'antenna. Le onde sonore urtano la membrana del microfono e causano delle variazioni di resistenza dell'antenna che si traducono in variazioni sull'emissione le quali seguono fedelmente il ritmo delle onde sonore, riproducendone tutte le modulazioni. Ma nelle stazioni importanti la corrente di antenna è fortissima ed occorrerebbe un microfono robustissimo e perciò poco sensibile, ed in questi casi si ricorre, come vedremo alla modulazione indiretta, cioè ad un microfono che agisce per induzione.

Una moderna stazione di radiodiffusione.

Abbiamo ora tutti gli elementi che ci occorrono per comprendere il funzionamento di una grande stazione trasmettente radiofonica. Lo schema della figura 101 rappresenta l'impianto completo della ben nota Radio-Belgique che è intesa seralmente dai dilettanti su 410 metri di lunghezza d'onda.

Cominciamo a seguire lo schema: La corrente di alimentazione è presa da una rete di distribuzione a 440 volt, corrente continua, e trasformata con un gruppo motore-dinamo, in corrente alternata monofase a 300 periodi e 500 volt. Un trasformatore statico innalza questa corrente a 9000 volt e la manda in due valvole raddrizzatrici montate in opposizione che la trasformano in corrente continua. Un piccolo trasformatorino montato sui 500 volt li abbassa a 18 volt per ottenere la corrente necessaria al riscaldamento dei filamenti.

Abbiamo già visto come queste valvole funzionino da raddrizzatrici ed essendovene 2 potremo raddrizzare entrambe le semionde, ottenendo così una corrente continua molto più regolare. Il circuito di utilizzazione è rappresentato dalle due linee più marcate che terminano a destra della figura. Ottenuta la corrente continua essa viene fatta passare entro ad un filtro il quale è costituito da due condensatori C_1 C_2 collegati in serie con una self a nucleo di ferro. Questo cosidetto filtro ha lo scopo di regolarizzare la corrente data dalle due valvole raddrizzatrici in modo da ottenere una corrente rigorosamente continua. La self presenta poi una impedenza che si oppone alla formazione delle armoniche che ancora potrebbero sussistere.

Per la trasmissione si richiede una tensione praticamente continua e stabilissima, altrimenti alla ricezione si nota un ronzio che non è possibile di eliminare.

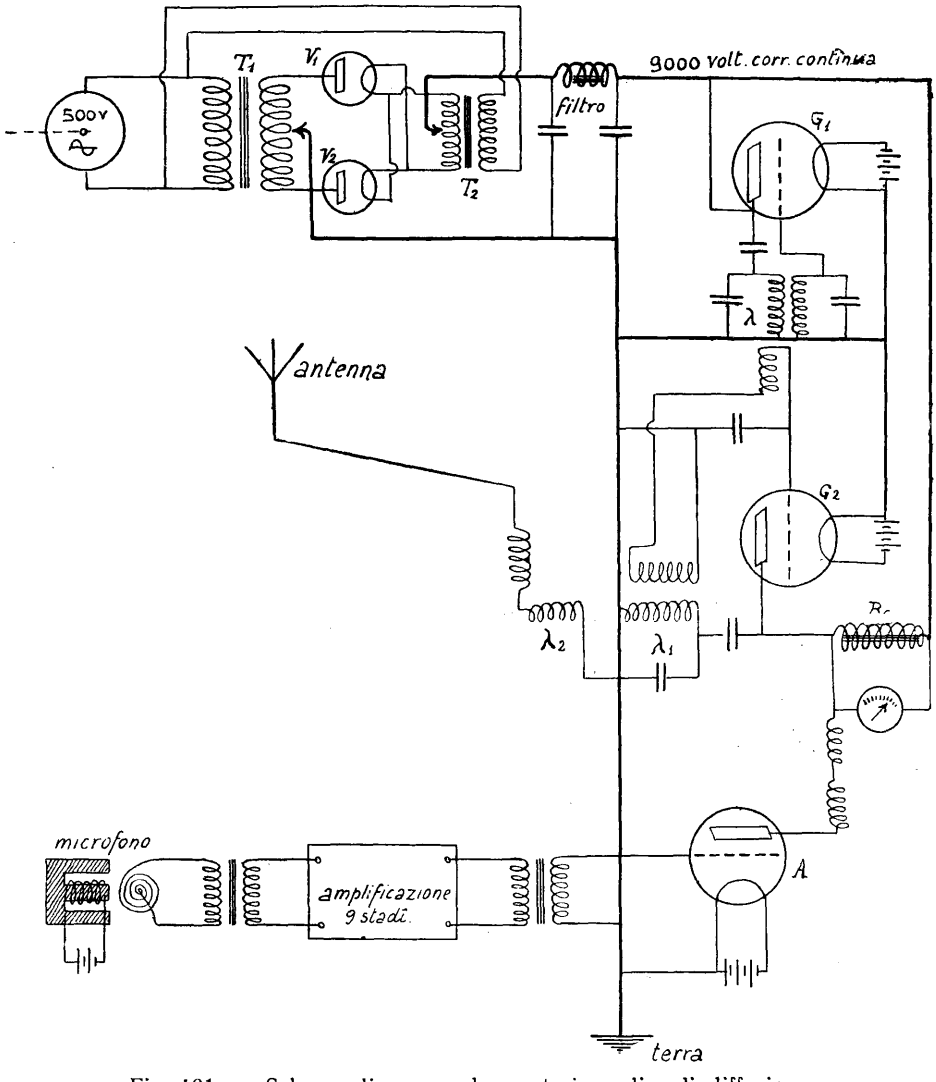


Fig. 101. — Schema di una moderna stazione di radiodiffusione

La produzione dell'onda portante.

Questa tensione è applicata ad una prima valvola generatrice G_1 la quale genera nel circuito λ un'oscillazione di frequenza fissa, 730.000 periodi nel nostro caso. In seguito troviamo una seconda

valvola G_2 la cui funzione è di amplificare notevolmente le oscillazioni prodotte dalla prima valvola. A questo scopo si accoppia, per mezzo di una self, la griglia della valvola G_2 al circuito oscillante

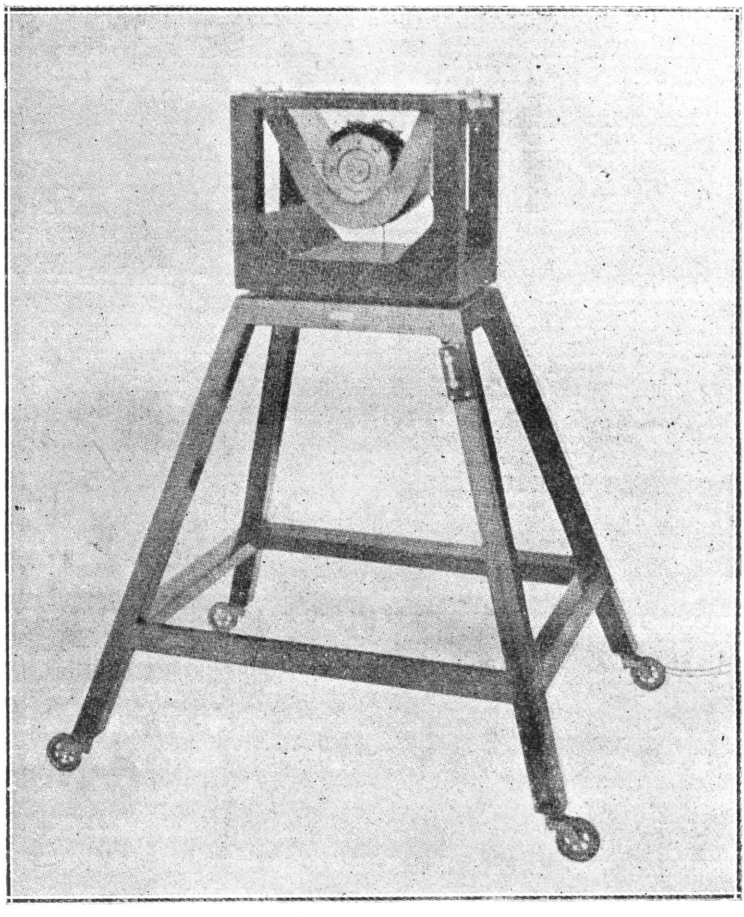


Fig. 102. — Il microfono magnetico Marconi usato da quasi tutte le trasmittenti: la parte sensibile dell'apparecchio è costituita da una sottilissima bobina piatta di filo d'alluminio che circonda il nucleo centrale di una potente elettrocalamita. L'apparecchio riposa su un largo cuscino di spugna di gomma ed è sostenuto da un cavalletto a ruote

della valvola G_2. Così potremo raccogliere sulla placca della valvola G_2 un'oscillazione della stessa frequenza ma molto amplificata.

Nel circuito di placca della lampada G_2 si disporrà un secondo circuito oscillante λ_1. Praticamente il circuito di griglia della lam-

pada G_2 contiene pure una seconda self che è accoppiata al circuito oscillante λ_1 e si dispongono le cose in modo che questo accoppiamento si opponga alle oscillazioni di G_2.

Regolando convenientemente l'azione dei due circuiti λ e λ_1, si può ottenere un regime stabilissimo. L'antenna λ, è accoppiata induttivamente al circuito λ_1 il quale gli cederà la sua energia.

L'antenna viene rigorosamente accordata sulla frequenza stabilita e si ottiene un'intensità di 7 ampère che resterà costante in modo da dare un'onda persistente di ampiezza pure costante.

La modulazione.

Il microfono è piazzato nella sala in cui si danno le audizioni musicali o «auditorium», ma può anche collocarsi nei teatri, sale di conferenza, od anche in altre città, purchè collegate con speciale linea telefonica con la trasmettente.

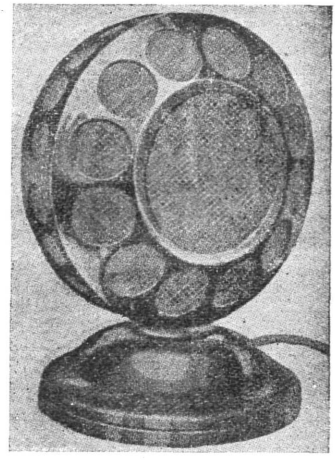


Fig. 105. — Un microfono di tipo differenziale usato specialmente per la trasmissione dei discorsi

Da questi microfoni si richiede una fedeltà assoluta e perciò non si usano quelli a granuli di carbone il cui funzionamento è abbastanza grossolano, nè si potrebbe tollerare una membrana avente un periodo proprio di vibrazione.

Il microfono Marconi è uno dei migliori per questa funzione: esso è composto da una sottilissima bobina piatta, costituita da uno solo

strato di filo di alluminio capillare, la quale è disposta entro ad un campo magnetico creato da un'elettrocalamita.

Sotto l'influenza delle onde sonore che la urtano, questa bobina si deforma; il campo magnetico abbracciato dalla bobina varia e per le note leggi sull'induzione nascerà una corrente microfonica estremamente debole.

Fig. 106. — L'On. Herriot pronunzia un discorso innanzi alla Società delle Nazioni a Ginevra, ma che è inteso da tutta l'Europa

La corrente microfonica rappresenta un'infima frazione di microampère. E' un rendimento bassissimo, ma è una condizione indispensabile se si vuole la fedele riproduzione dei suoni.

La corrente microfonica viene immessa in un amplificatore a 9 stadi di amplificazione, composto di triodi, i quali amplificano sino ad ottenere un'intensità di corrente dell'ordine del milliampère. Un piccolo reostato permette di regolare la sensibilità del microfono, la quale va esaltata quando si trasmette un pianissimo o una musica delicata

e va invece ridotta quando si trasmette una sinfonia a grand'orchestra.

La corrente microfonica già amplificata è applicata su dei grossi triodi alimentati a 9000 volt e che la amplificano nuovamente. Da queste valvole si ottiene una tensione variabile di forma microfonica che può raggiungere parecchie migliaia di volt, la quale viene applicata alla placca della valvola generatrice che alimenta l'antenna e viene ad aggiungersi, col suo segno positivo o negativo, alla tensione continua di 9000 volt già applicati a questa placca.

Il valore della tensione di modulazione può raggiungere i 3000 volt durante un'emissione fortissima (esempio, una nota acuta di soprano).

In queste condizioni la tensione di alimentazione della placca della valvola generatrice varia fra 9000 più o meno 3000, cioè fra 6000 e 12000 volt.

La bobina di choc o di impedenza.

Per applicare questa tensione variabile alla placca della valvola si ricorre ad un artifizio: La bobina di self Bc, detta self di choc, è attraversata contemporaneamente dalla corrente che alimenta la valvola G_2 e dalla corrente che alimenta le valvole di modulazione A. Quando queste ultime consumano di più, una caduta di tensione si manifesterà lungo la self Bc, e la valvola G_2 consumerà di meno; se la valvola A consuma di meno, la valvola G_2 consumerà di più.

Le variazioni di erogazione della placca di G_2 riprodurranno dunque, in senso inverso, le variazioni di erogazione delle valvole A e, per conseguenza riprodurranno le variazioni di tensione della griglia di questa valvola, che in definitiva non sono altro che le variazioni di corrente microfonica.

Per comprendere questo fenomeno si può pensare ad un'analogia con una condotta d'acqua: Immaginiamo due rubinetti posti in capo ad una tubazione lunga e sinuosa in comunicazione con un serbatoio d'acqua e supponiamo che entrambi i rubinetti siano aperti a metà. Se chiudiamo bruscamente il rubinetto A, istantaneamente il rubinetto B lascierà passare una maggior quantità di acqua. Se invece apriamo di colpo il rubinetto A, l'erogazione di B si ridurrà subito fortemente.

Se si apre e si chiude rapidamente il rubinetto A, l'erogazione di B riprodurrà le variazioni corrispondenti, *ma sempre in senso inverso.*

Ciò dipende dal fatto che l'erogazione, in virtù delle leggi d'inerzia non può variare rapidamente in una condotta lunga e sinuosa; e lo stesso avviene nella self Bc per l'erogazione della corrente elettrica, la quale non può variare bruscamente a ragione della selfinduzione della bobina, aumentata dalla presenza del nucleo di ferro. La bobina di choc serve dunque ad impedire le brusche variazioni di cor-

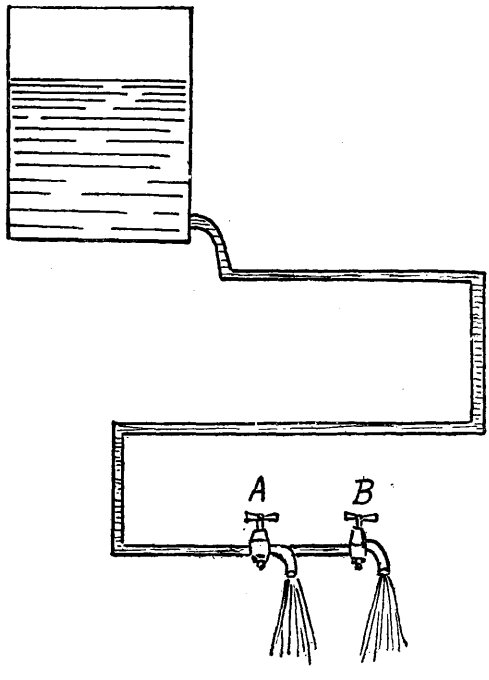


Fig. 107 — Un'analogia idraulica che spiega l'azione della bobina di impedenza

rente. Da quanto si è esposto vediamo come una grande trasmettente radiofonica sia piuttosto complicata e come le correnti siano trasformate in mille guise prima di generare le radioonde: alla ricezione abbiamo altre trasformazioni.

Se si riflette a tutte queste manipolazioni bisogna ammettere che la radiofonia, pur essendo nata da appena qualche anno ha già dato dei risultati assai brillanti, riproducendo con fedeltà suoni e parole. Non passa giorno senza che si annunzi qualche nuovo perfezionamento e fra pochi anni essa sarà indubbiamente ancora più perfetta.

Teoria e costruzione della bobina di self

A cosa serve la bobina di self-induzione.

Solo eccezionalmente l'antenna ricevitrice può avere dimensioni tali che corrispondono alla lunghezza d'onda che si vuol ricevere. D'altra parte con un'apparecchio noi vogliamo sempre ricevere più stazioni e perciò abbiamo bisogno di modificare costantemente i valori della nostra antenna mediante l'aggiunta di un circuito di regolazione il quale comprenderà la cosidetta bobina di accordo.

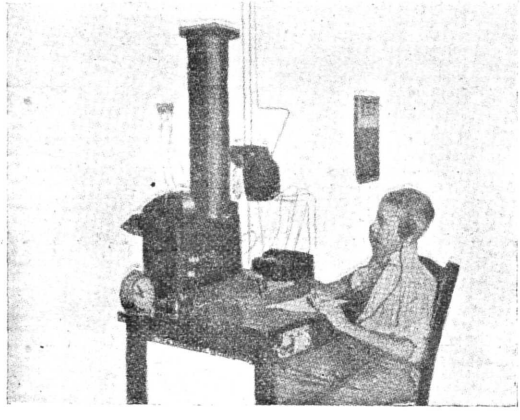


Fig. 108. — Le bobine vecchio tipo: cilindriche ad un solo strato. In quest'apparecchio (1919) la bobina d'accordo è quasi alta come l'operatore!

La bobina di accordo non è altro che una bobina di self-induzione di valore variabile o regolabile.

La formula che dà la lunghezza d'onda di un circuito oscillante in funzione del suo coefficiente di self-induzione e della sua capacità è la seguente:

$$\lambda = 1885 \sqrt{L C}$$

in cui λ è la lunghezza d'onda in metri, L la self-induzione in henry e C la capacità in farad.

Da questa formula risulta evidente che per aumentare la lunghezza d'onda di un'antenna basterà aumentare la sua self-induzione

o la sua capacità. In pratica torna più comodo aumentare la sua self-induzione.

Viceversa per ridurre la lunghezza d'onda conviene diminuirla.

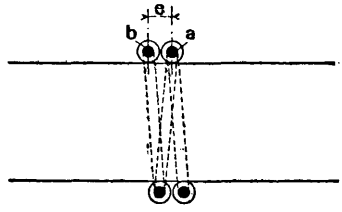


Fig. 109. — Schema del condensatore immaginario formato dalle spire vicine. *a b* conduttori, *e* passo d'avvolgimento

Dunque per ricevere una stazione ad onde corte utilizzeremo una bobina di self con poche spire. Per ricevere onde molto lunghe dovremo invece utilizzare una bobina con moltissime spire.

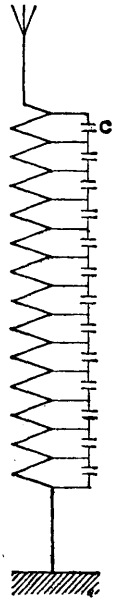


Fig. 110. — Schema della ripartizione delle capacità in una bobina ad un solo strato

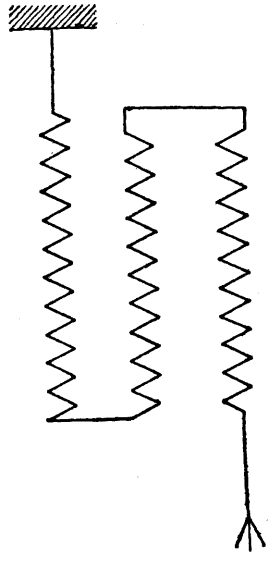


Fig. 111. — Schema di una bobina a tre strati

Nei primi tempi della radiofonia si usavano bobine cilindriche ad un solo strato e perciò gli apparecchi ricevitori erano dotati di bobine mastodontiche (fig. 108).

Ora invece si riesce ad avvolgere centinaia di metri di filo in bobine piccolissime a più strati sovrapposti, come ne vediamo in ogni moderno ricevitore.

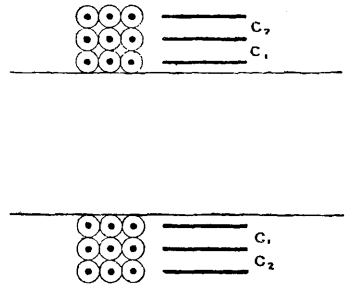


Fig. 112. — Schema dei condensatori immaginari formati dagli strati successivi

Quando una bobina è avvolta su più strati compare però un fenomeno poco gradito per i suoi disturbi: la capacità.

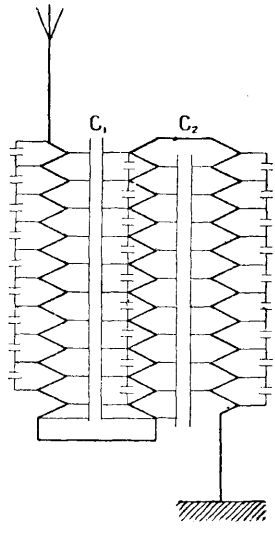


Fig 113. — Schema della ripartizione della capacità in una bobina a tre strati

Già in una bobina ad un solo strato esiste una capacità fra le spire vicine (fig. 109), infatti abbiamo i due conduttori *a* e *b* (armature) separati dallo strato di cotone isolante (dielettrico) *e*, quindi

abbiamo come un condensatore in miniatura il quale avrà della capacità.

Ma queste piccole capacità elementari sono in serie fra loro e così la capacità totale della bobina rimane piccolissima (fig. 110).

Consideriamo invece una bobina a tre strati (fig. 111). Oltre alla capacità ripartita fra le spire vicine, abbiamo anche delle altre capacità c^1 e c_2 fra gli strati sovrapposti (figg. 112 e 113) le quali sono molto maggiori e perciò la bobina viene ad acquistare una capacità considerevole. Avviene di conseguenza che per le onde lunghe la bobina a due strati ha sempre una capacità troppo grande per realizzare la condizione di risonanza. Per le onde corte abbiamo un altro inconveniente. L'intensità che passa in un condensatore è proporzionale alla capacità, alla differenza di potenziale applicata *ed alla frequenza della corrente.*

L'energia raccolta dall'antenna tende ad andare alla terra e trova innanzi a sè due strade: quella della bobina e quella del condensatore.

Per le alte frequenze la quantità di energia assorbita dal condensatore, cioè dalla capacità, diventa troppo grande e quindi ne risulta una diminuzione dell'intensità di ricezione, cioè un effetto nocivo che conviene eliminare.

L'eliminazione della capacità.

Per i motivi ora esposti si cerca sempre di fare delle bobine di self presentanti una capacità piccolissima. Prima di trattare la costruzione pratica delle bobine ci conviene vedere il fatto sotto l'aspetto teorico.

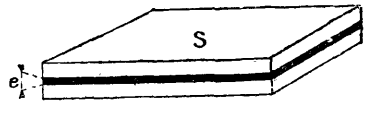


Fig. 114. — Schema di un condensatore piano: *S* superficie delle armature, *e* spessore del dielettrico

La capacità di un condensatore è (fig. 114):

1. - Proporzionale alla superficie S delle armature;

2. - In ragione inversa dello spessore *e* del dielettrico che le separa;

3. - Proporzionale al potere induttore specifico K dell'isolante che costituisce il dielettrico.

E' naturale che per ridurre la capacità potremo prendere i seguenti provvedimenti:

1. - Ridurre la superficie delle armature;
2. - Aumentare lo spessore del dielettrico;
3. - Ridurre il potere induttore specifico k dell'isolante.

Per ridurre la superficie delle armature AMB e CMD (fig. 115) in una spira, bisognerà ridurre il diametro d del filo.

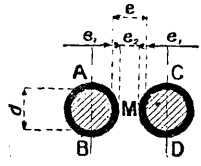


Fig. 115. — Schema degli elementi che determinano la capacità del condensatore formato da due spire vicine

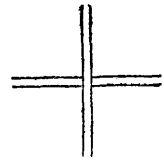


Fig. 116. — Schema di due conduttori senza capacità

Ma riducendo il diametro del filo si aumenta la sua resistenza, il filo si riscalda ed abbiamo così delle perdite che creano uno smorzamento sfavorevole sulle correnti che vi circolano. Perciò non si può agire su questo fattore.

Si può ridurre la superficie S evitando il parallelismo dei fili. Per esempio due fili perpendicolari non hanno praticamente alcuna capacità (fig. 116). Viceversa è facile aumentare lo spessore del dielettrico distanziando le spire delle bobine, ed è questo il procedimento più semplice e più usato.

Resta infine la questione della natura del dielettrico.

In pratica il dielettrico è costituito dall'isolamento di cotone o di seta che ricopre il filo e dall'intervallo e_2 che separa le spire (fig. 115).

Per l'aria K = 1 mentre esso ha valore superiore per tutti gli altri corpi solidi, come risulta dalla tabella.

Sostanze	Valore di K
Aria	1
Mica	6
Gomma	3
Paraffina	2

Abbiamo quindi tutto l'interesse di ridurre il più possibile lo spessore dell'isolante in modo da aumentare l'intervallo d'aria. Conserveremo tuttavia all'isolamento uno spessore appena sufficiente per impedire all'energia di andarsene per conducibilità. In certi casi si riesce ancora a diminuire la capacità riuscendo ad accoppiare in serie le capacità parziali.

Bobine a spire sovrapposte.

Osserviamo la figura 117, in essa troviamo applicata quest'ultima regola. Infatti si è divisa la bobina totale in tre bobine parziali, disposte sul nucleo separatamente e unite poi in serie.

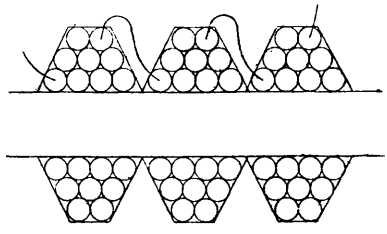


Fig. 117. — Schema di una bobina suddivisa in tre bobine parziali

Si può ancora ridurre questa capacità avvolgendo il filo di ogni bobina elementare in modo da evitare di disporre regolarmente ogni spira accanto alla spira vicina.

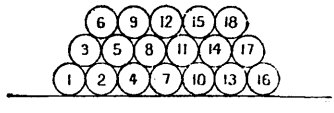


Fig. 118. — Schema di una bobina a spire sovrapposte

Si procederà, per esempio, nel modo indicato dalla figura 118.

E' facile comprendere come con questa disposizione si eviti la formazione di due superfici continue di conduttori, vicine fra di loro, onde ne risulta una riduzione di capacità.

Bobine a strati separati.

Quest'avvolgimento consiste nell'intercalare un isolante (cartoncino bristol) fra gli strati e riduce la capacità perchè aumenta lo spessore del dielettrico (fig. 119). Ma tutte queste disposizioni sono

ancora troppo ingombranti ed attualmente sono preferiti i più recenti tipi di avvolgimento che ora descriveremo.

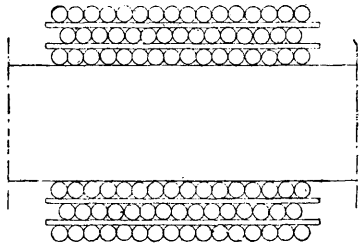


Fig. 119. — Schema di una bobina a strati separati

Le bobine a fondo di paniere.

Questo tipo di bobina è costituito da un filo avvolto a spirale. Osservando semplicemente la figura 120 si vede subito che, per la sua forma piatta, questa bobina avrà una fortissima capacità. Per ridurla si può aumentare la distanza fra le spire, ma si avrà maggior impiego di rame e dimensioni esagerate.

Fig. 120. — Schema di una bobina a spirale

Il seguente artificio permette di superare la difficoltà.

Anzichè costituire una spirale piatta, avvolgiamo il filo su un cartoncino tagliato come in figura 121. Così le spire successive sono separate da una certa distanza e, in piano, le diverse parti delle spire sono separate dallo spessore del cartoncino isolante. Nei punti di incrocio i fili sono quasi perpendicolari. Così avremo pochissima capacità pur conservando il valore della selfinduzione. Si tratta di una costruzione così semplice che il solo esame della figura è sufficiente a farla comprendere. Un'unica avvertenza: il numero degli intagli deve essere dispari per far alternare le parti anteriori e posteriori da uno strato a quello successivo.

Il supporto si può fare con un disco di cartoncino bristol o di qualsiasi altro isolante (ebanite, fibra, celluloide, legno secco, ecc.) di un paio di millimetri di spessore con un diametro variabile dai

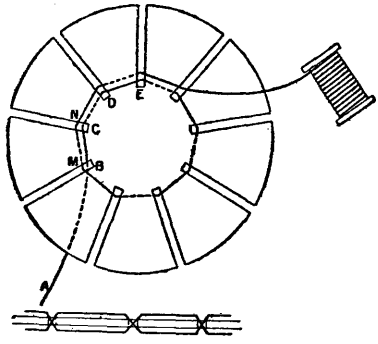


Fig. 121. — Sagoma su cui si avvolge la bobina a fondo di paniere

10 ai 30 cm. a seconda del valore che si vuol ottenere. La parte centrale vuota sarà di circa un terzo del diametro.

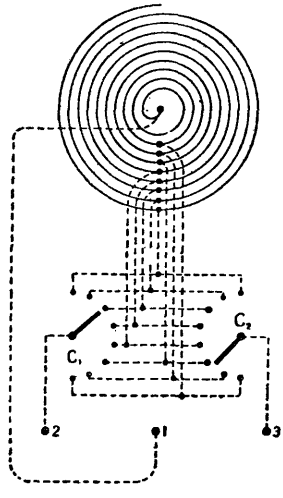


Fig. 122. — Schema di una bobina a fondo di paniere con prese intermediarie e relativi commutatori

Il filo da usarsi varia da 2 a 6 decimi di mm. isolato in seta od in cotone. Terminata la bobina si vernicierà il tutto con la gomma lacca. Questo tipo di bobina ha un solo inconveniente: quello di non

permettere una esatta regolazione del valore della sua selfinduzione.

Ci si limita perciò a derivare dal filo un certo numero di prese

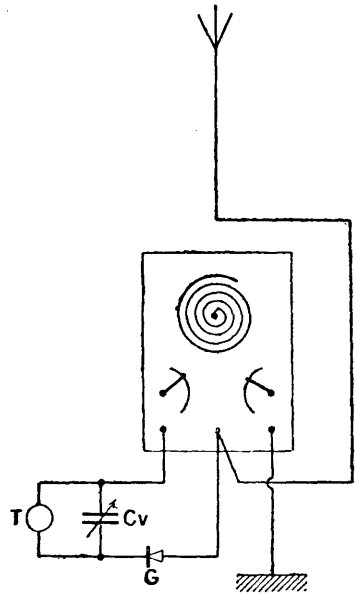


Fig. 123. — Schema di montaggio di una bobina a fondo di paniere su un circuito ricevitore

(fig. 122) che si mandano su un commutatore il quale permette di includere un certo numero variabile di spire. Si realizzano così dei circuiti sul tipo di quello della figura 123.

Le bobine a nido d'api.

Questo tipo d'avvolgimento è il più usato perchè si ottengono avvolgimenti compatti e poco ingombranti. Si procede nel modo seguente:

Prendiamo un mandrino di legno (fig. 124) e pratichiamogli sulla periferia una serie di fori radiali nei quali faremo penetrare dei perni o pezzi di tondino di ferro (per esempio dei pezzetti di ferro da calze) in rapporto col diametro del mandrino. Sotto ciascuno dei perni vi scriveremo un numero progressivo. Partendo da 1 (fig. 125) il filo passerà successivamente attorno ai perni: 1 - 14 - 2 - 15 - 3 16 - 4 - 17 - 5 - 18 - 6 - 19 - 7 - 20 - 8 - 21 - 9 - 22 - 10 - 23

11 - 24 - 12 - 1 - 13 - 2 - 14 - 3 - 15 - 4 - 16 - 5 - 17 - 6 - 18 - 7 - 19 - 8 - 20 - 9 - 21 - 10 - 22 - 11 - 23 - 12 - 24 - 13 - 1 - 14...
e si continuerà così sino allo spessore voluto.

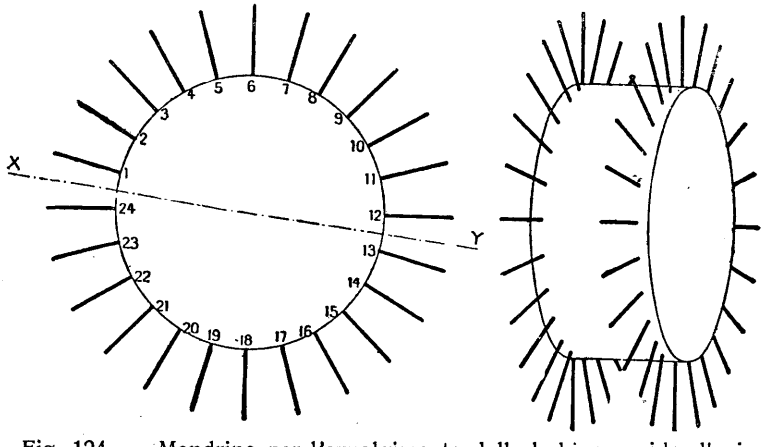


Fig. 124. — Mandrino per l'avvolgimento delle bobine a nido d'api

I vantaggi di quest'avvolgimento sono molteplici:

1° Le spire vicine di uno stesso strato sono distanziate;

2° I conduttori degli strati successivi si tagliano secondo un angolo relativamente grande;

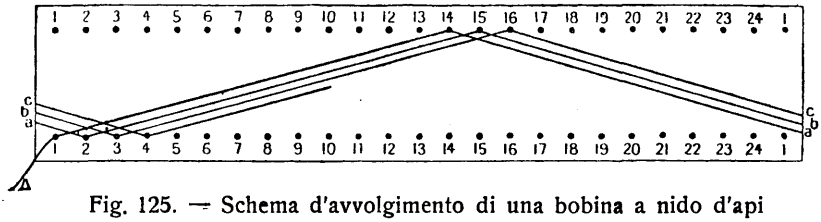


Fig. 125. — Schema d'avvolgimento di una bobina a nido d'api

3° Gli strati i cui fili si sovrappongono sono distanziati (esempio: primo, terzo, quinto strato da una parte e secondo, quarto e sesto dall'altra).

Tutte queste considerazioni sono favorevoli alla diminuzione della capacità.

Anche in questo caso l'avvolgimento terminato viene consolidato e isolato con vernice alla gomma lacca.

Terminato l'avvolgimento bisogna toglierlo dal mandrino e perciò bisognerà aver cura di perdisporre sopra il tamburo (fig. 126) uno

strato di cordicella a spire serrate, ricoprendo poi questo strato con della tela oliata sulla quale si farà l'avvolgimento.

Sicchè per togliere l'avvolgimento basterà:

1° Togliere i perni;

2° Tirare via lo spago, così la bobina avrà il gioco sufficiente per uscire.

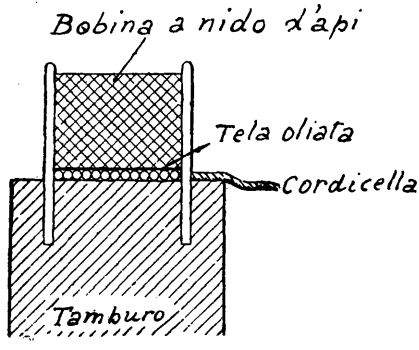


Fig. 126. — Come si smonta la bobina terminata

Per consolidare la bobina e renderla più maneggevole la si circonda con una striscia di celluloide od altro isolante e poi si fissa su un porta spine (fig. 127). Anzichè usare due spine, conviene usare una spina maschio e una femmina e così si è sicuri di non

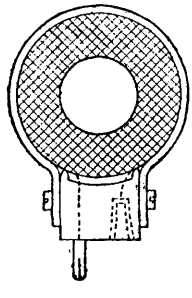


Fig. 127. — Montaggio di una bobina sulla sua base

avere mai le bobine invertite. Naturalmente anche l'apparecchio sul quale la bobina va montata deve avere un attacco analogo a maschio e femmina. Sovente si montano le bobine su perni in modo da poterle avvicinare od allontanare e così variare il valore della loro mutua induzione. Le dimensioni più comuni del tamburo di avvolgimento sono da 5 a 6 cm. di diametro per 4 cm. di larghezza.

L'inconveniente delle bobine a nido d'api è quello di non poter

frazionare il valore della loro self. Così per ogni apparecchio ne occorre una serie di circa 10 se si vogliono ricevere tutte le trasmittenti d'Europa. In commercio si trovano a buon prezzo delle bobine già fatte e tarate, e si trova anche il solo avvolgimento, cioè bobine a cui bisogna attaccare la base con le prese.

L'avvolgimento duolateral.

E' basato sullo stesso principio del precedente ma i conduttori paralleli anzichè sovrapporsi a ogni due strati, si sovrappongono una volta ogni quattro strati, onde ne risulta una minor capacità.

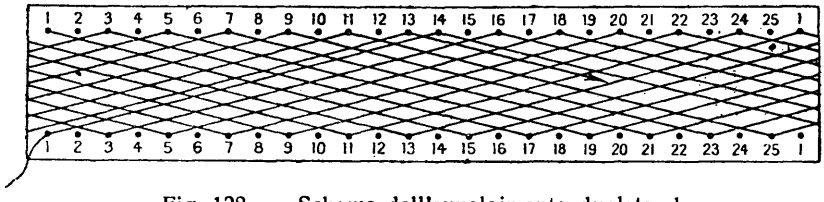


Fig. 128. — Schema dell'avvolgimento duolateral

I conduttori degli strati intermedi (secondo, terzo, quinto, ecc.) si piazzano in proiezione orizzontale fra quelli del primo strato. Lo schema d'avvolgimento è indicato in figura 128. Vediamo infatti che il conduttore 23 - 13 che è il primo del secondo strato, si proietta fra 1 - 14 e 23 - 11. Il terzo strato comincia con 2 - 15 e non è che al quarto strato che si riprende 1 - 14.

Le bobine iperboloidi.

Sono bobine a nido d'api nelle quali i fili sono rettilinei da un perno all'altro.

Il supporto si compone di due plancie rotonde A e B riunite da un asse C (fig. 129).

L'avvolgimento si può rendere più regolare di quello della figura se si mettono i perni di una plancia in mezzo agli intervalli di quelli dell'altra plancia.

Le bobine a fianco di paniere.

I solo aspetto della figura 130 fa comprendere questo sistema di avvolgimento. La bobina terminata si passa alla gomma lacca, essa ha in comune con quella a nido d'api la proprietà di non richiedere

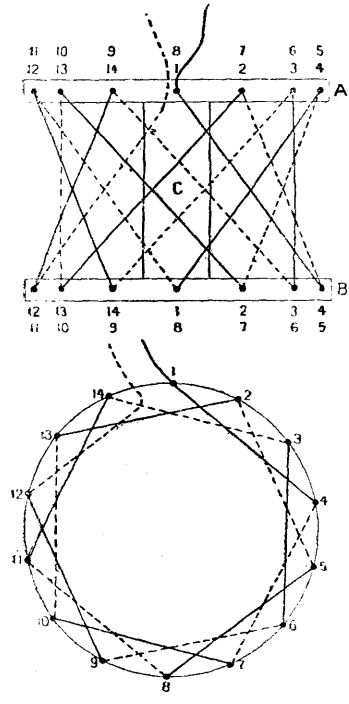


Fig. 129. — Bobina iperboloide

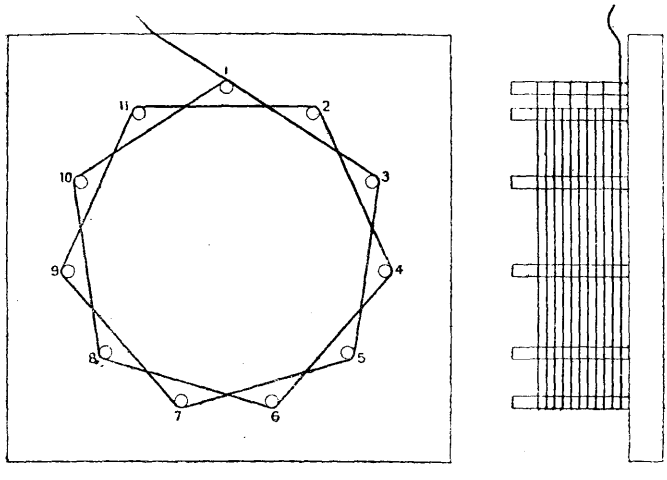


Fig. 130. — Avvolgimento a fianco di paniere

la conservazione del mandrino, il quale viene tolto a lavoro ultimato.

Anche quì la capacità è ridotta dal distanziamento dei fili e dal loro incrocio sotto un angolo abbastanza rilevante.

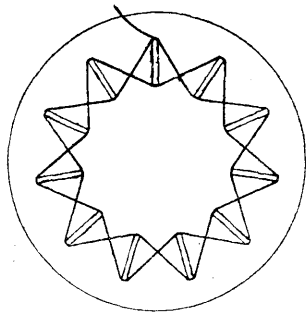


Fig. 131. — Variante del fianco di paniere

Il numero dei perni deve essere dispari, altrimenti dopo due giri l'avvolgimento ritorna al perno N. 1. La figura 131 mostra una variante di costruzione dello stesso tipo di bobina.

***

I tipi di bobine descritti sono i migliori e i più usati, bisognerà farne la scelta a seconda delle loro caratteristiche e dello scopo che si vuol raggiungere.

Così le bobine a fondo di paniere si dispongono facilmente contro le pareti di un apparecchio ed, essendo piane, sono di impiego comodo per formare i variometri. Le bobine duolateral sono specialmente utili per la ricezione delle grandi lunghezze d'onda.

Le bobine a nido d'api ed a fianco di paniere possono anche servire da variometri facendo ruotare una piccola bobina nell'interno di una più grande, oppure montandole a cerniera come quelle a fondo di paniere.

Quelle a fondo di paniere hanno il vantaggio di potersi frazionare facilmente.

Da quel poco che si è ora esposto il dilettante avrà già compreso che la fabbricazione di queste bobine è molto facile. Con un materiale rudimentale e con un po' di pazienza e d'abilità si riesce sempre a costruire delle bobine uguali a quelle del commercio.

Qui conviene spiegare il significato dei numeri che si trovano scritti sulle bobine di certi fabbricanti: in genere ogni bobina porta

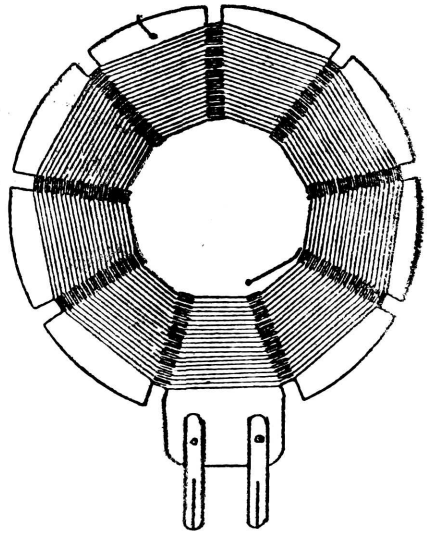


Fig. 132. — Bobina a fondo di paniere terminata

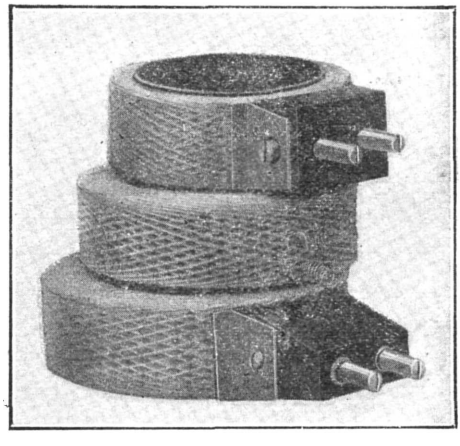


Fig. 133. — Bobine a nido d'api terminate

indicata la propria lunghezza d'onda così avremo le bobine da $\lambda = 200$ $\lambda = 250$ $\lambda = 300$ metri ecc. Dobbiamo però avvertire che questa

indicazione non ha alcun valore se non si conosce il valore della capacità che va unita alla bobina. Cioè una bobina non ha una lunghezza d'onda propria, ma bensì una lunghezza d'onda che varia a seconda della capacità dei condensatori che completano il circuito.

Diamo ora alcune tabelle pratiche che, usate con criterio, permettono di ottenere i valori desiderati senza bisogno di calcoli.

Bobine a fondo di paniere.

a 7 pale - filo di $^4/_{10}$ isolato con 2 strati di cotone, diametro interno circa 30 ÷ 40 mm.

Diametro esterno	Lunghezza d'onda approssimativa. - Capacità zero	Lunghezza d' onda con capacità di 1/1000 di microfarad
mill.	Metri	Metri
80	200	1100
100	550	3000
130	750	3700

Bobine a nido d'api semplici
(unilateral).

Spessore 25 ÷ 30 mm. Diametro esterno 85 ÷ 90 mm.

Numero delle spire	Diametro in mm.	Lungh. d'onda (cap. zero)	Lunghezza d'onda con capacità di microfarad			
			1/10000	5/10000	1/1000	2/1000
15	0,55	100	105	204	281	398
22	0,55	109	168	337	467	662
30	0,55	115	213	409	577	818
45	0,55	175	290	597	824	1 165
60	0,55	240	410	818	1 160	1 642
90	0,55	275	510	1 070	1 465	2 070
120	0,40	300	685	1 405	1 950	2 760
150	0,40	360	750	1 620	2 200	3 120
250	0,40	600	1 200	2 410	3 340	4 730
500	0,30	1 200	2 500	5 500	7 500	10 600
1 000	0,21	2 200	5 000	10 000	14 300	20 250
1 250	0,21	3 000	6 250	13 200	18 700	26 500
1 500	0,21	3 800	7 200	15 950	22 300	31 600

In genere questi avvolgimenti sono fatti a macchina ed i dilettanti si potranno accontentare di improvvisare delle macchinette simili alle seguenti:

Per le bobine a fondo di paniere (fig. 134) la macchina consiste in un rotolo A dal quale si svolge il filo: la carcassa B è animata da un movimento di rotazione e un movimento a biella-manovella C D distribuisce alternativamente il filo da una parte e dall'altra delle pale.

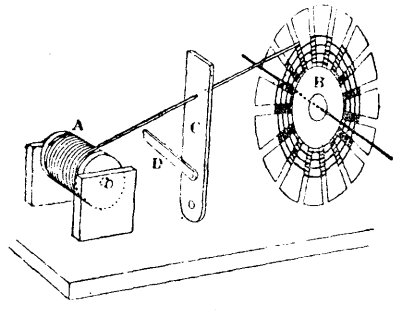


Fig. 134. — Principio delle macchine per fare le bobine a fondo di paniere

Le bobine a nido d'api si possono invece confezionare con la macchinetta della figura 135 e 136.

Il mandrino è in forma di zona sferica ed è formato da 4 pezzi uniti su un asse posto in rotazione da una manovella. Per il bobinaggio basta avvolgere il filo senza bisogno di spine di fissaggio

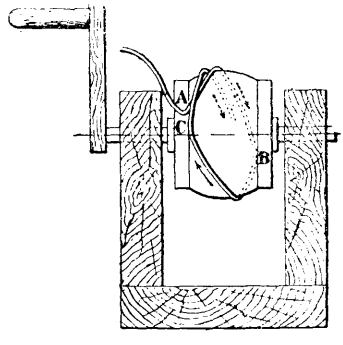


Fig. 135. — Macchinetta per bobinare: A, filo d'avvolgimento; B, mandrino di legno

poichè il filo è sempre teso fra due punti diametralmente opposti e quindi rimane a posto da sè.

Terminato l'avvolgimento e passato il tutto alla gomma-lacca si ritira l'avvolgimento dal mandrino, il quale è scomponibile. Nella figura 137 vediamo una di queste macchinette la quale, oltre al man-

drino rotante, porta anche una guida metallica che dirige automaticamente il filo.

Conviene fabbricarsi le proprie bobine? I dilettanti credono di sì ma questa affermazione è messa in dubbio dai tecnici. Infatti le

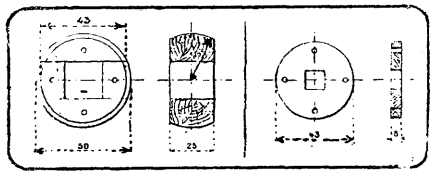


Fig. 136. — Mandrino di legno in forma di zona sferica sezionata, con quote in millimetri e guancia laterale del mandrino

bobine sono ora fatte automaticamente da macchine che permettono una fortissima produzione e quindi un basso prezzo. Converrà piuttosto comperare le bobine cosidette *greggie* e terminarle in casa. Per bobina greggia si intende il solo avvolgimento tenuto assieme

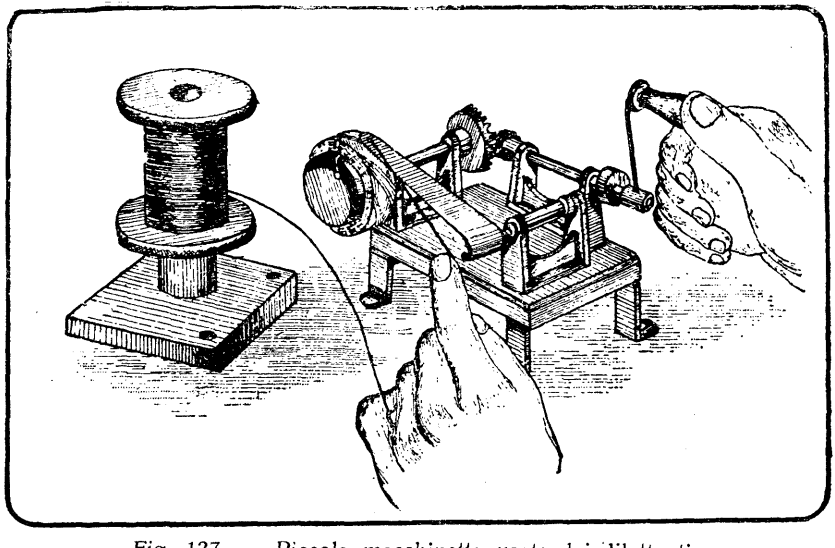
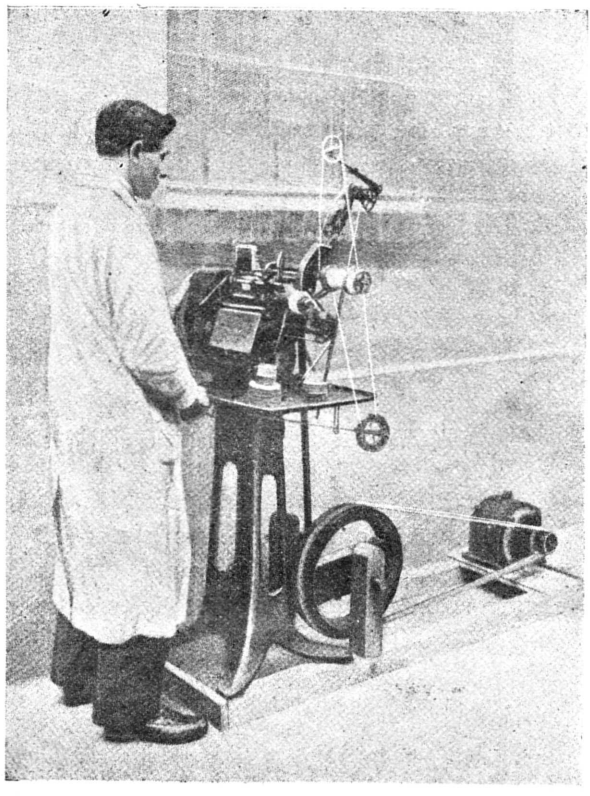


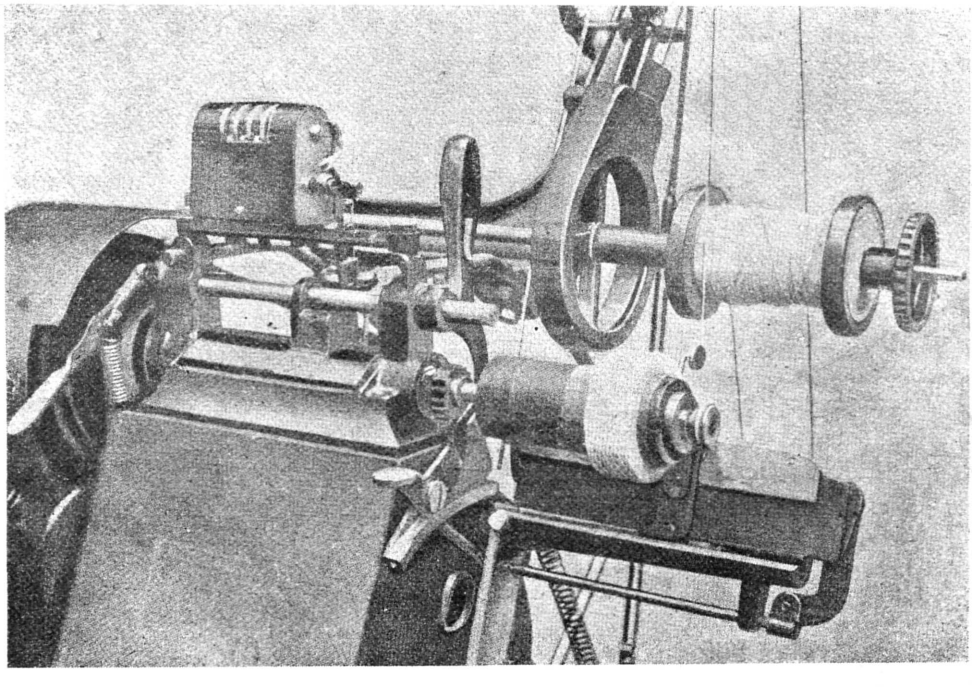
Fig. 137. — Piccola macchinetta usata dai dilettanti americani per la confezione delle bobine a nido d'api

della gommalacca, quindi privo di spine, attacchi, fascia di celluloide, base di ebanite, ecc.

Industrialmente la macchina più usata per questi lavori è la Rollex di cui diamo una breve descrizione servendoci del disegno schematico

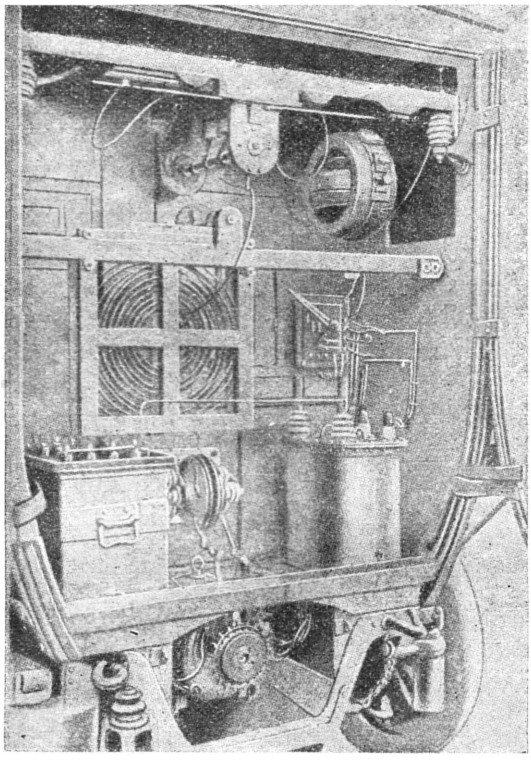


La macchina Rollex per la confezione della bobina a nido d'api



Particolari del meccanismo della macchina Rollex

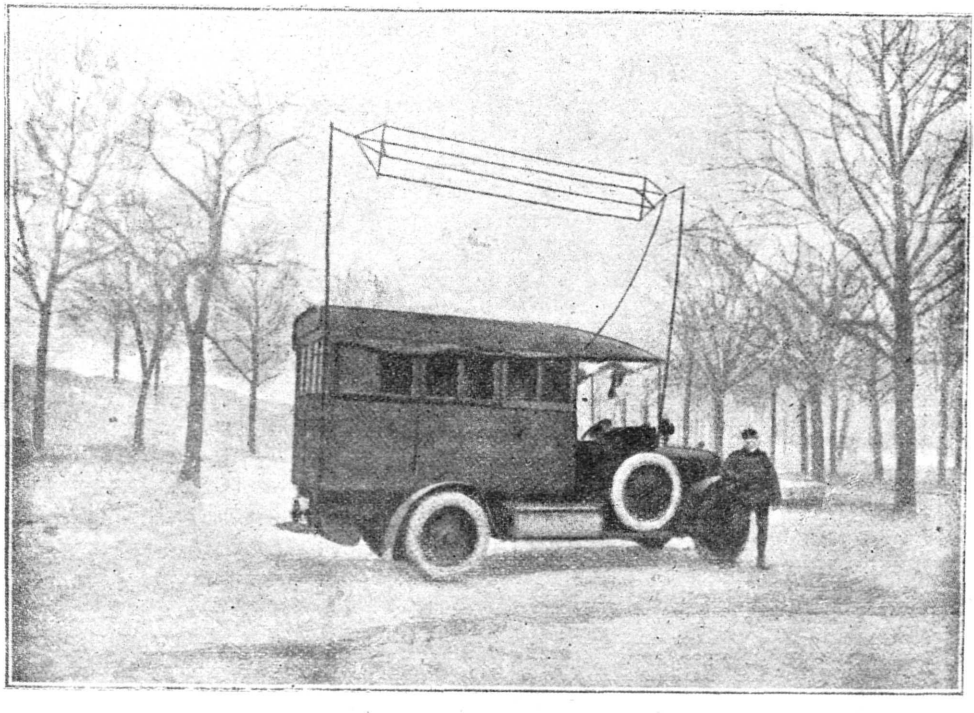
Prezzo L. 1,50 - *Supplemento al N.° 5 (1926)* di "IL GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI" G. Lavagnolo, *direttore-responsabile*



Stazione trasmettente militare

In alto il complesso trasmettente in cui sono visibili i vari organi: spinterometro a disco rotante, variometro, ecc., in basso il camion pronto a trasmettere.

(Fig. 139 e 140)



della figura 138. Un'asse A porta un mandrino M sul quale si forma la bobina; esso è azionato da una serie di ingranaggi E_1 E_2 E_3 E_4, quest'ultimo è comandato direttamente dal motore. L'ingranaggio E_3 porta un asse B che aziona una camma C destinata a trasformare il movimento rotativo in un movimento di va e vieni della guida del filo. Quando l'asse B compie un giro, la guida effettua una oscillazione completa. Durante questo tempo l'albero A fa solamente 24/25 di giro e si ottiene così lo spostamento obbligato di 1/25° di giro per ogni avvolgimento: dopo 25 giri la bobina è già formata da due strati

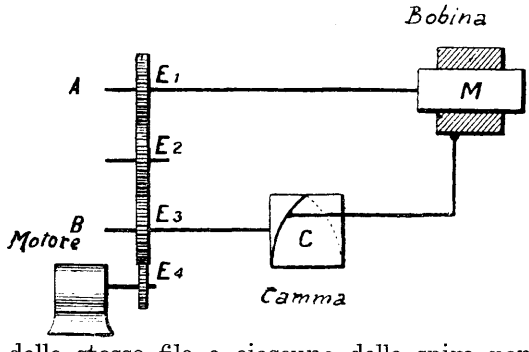


Fig. 138. — Disegno schematico mostrante il funzionamento della macchina per avvolgere le bobine a nido d'api

dello stesso filo e ciascuna delle spire non ha che un solo ed unico punto di contatto con quello sul quale riposa. I due strati seguenti sono costituiti nello stesso modo e piazzati esattamente sopra i due primi con ogni spira nello stesso piano.

Per ottenere la bobina duolateral basterà modificare gli ingranaggi della serie in modo che la distanza fra due spire successive sia di 2/51 di giro, cioè 1/25,5. Dopo 25 giri le spire del terzo strato passeranno nello stesso piano di quelle del primo, ma ad una distanza di mezzo venticinquesimo di giro. Solo dopo 50 giri le spire del 5° strato si troveranno ad essere esattamente nello stesso piano del primo.

I CONDENSATORI

In un apparecchio ricevente troviamo due specie di condensatori: quelli fissi (generalmente di mica e stagnola) e quelli variabili (in cui il dielettrico è l'aria).

Se ne trovano in commercio di ogni tipo e misura, ma avviene talvolta di doverne improvvisare qualcuno con caratteristiche speciali ed allora conviene fabbricarlo.

Il calcolo è abbastanza semplice: la capacità in microfarad di un condensatore formato da due armature di superficie S (in cm.^{2} separate da un dielettrico di spessore *e* (in cm.) è data dalla seguente espressione:

$$c = k \frac{S}{4 \pi e \times 900\,000}$$

in cui *k* è un fattore che dipende dalla natura del dielettrico usato. In pratica i valori di *k* sono i seguenti:

Natura del dielettrico	Valore di k
Gomma pura	2,2
Gomma vulcanizzata . .	2,8 ÷ 3
Fibra rossa	2
Ebanite	2 ÷ 2,8
Carta paraffinata . . .	2 ÷ 2,3
Vetro	5 ÷ 6
Aria	1
Mica	5 ÷ 8

Esempio: Calcolare la capacità di un condensatore formato da due lastrine di stagnola ciascuna di 50 cm.^{2} di superficie, separate da un

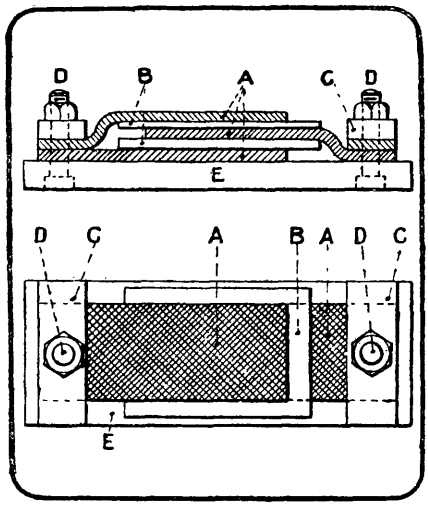


Fig. 141. — Condensatore fisso a stagnola e mica: A, foglio di stagnola o di alluminio; B, foglietto di mica; C, pezzo metallico di chiusura; D, dado e vite; E, placchetta di fibra o di ebanite

foglio di carta paraffinata di due decimi di millimetro di spessore:

$$C = 2 \frac{50}{4 \times 3{,}1416 \times 0{,}02 \times 900\,000} = 0{,}00044 \text{ microfarad}$$

Supponendo di dover cercare anzichè la capacità, la superficie delle armature di un condensatore, che è quella che generalmente occorre al dilettante, bisogna applicare la formula seguente:

$$S = \frac{4 \cdot \pi \cdot e \cdot 900\,000\ C}{k}$$

La costruzione dei condensatori fissi non presenta soverchia difficoltà, ma, malgrado l'uso corretto della formola, è raro ottenere di

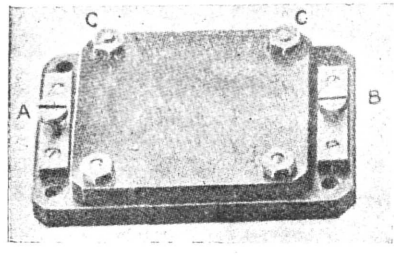


Fig. 142. — Il tipo più comune di condensatore fisso

colpo la capacità desiderata. Occorrerà quindi tarare il nostro condensatore con una misura di precisione fatta al galvanometro balistico, oppure col metodo di Lord Kelvin o più semplicemente col ponte di Sauty o con l'ondametro.

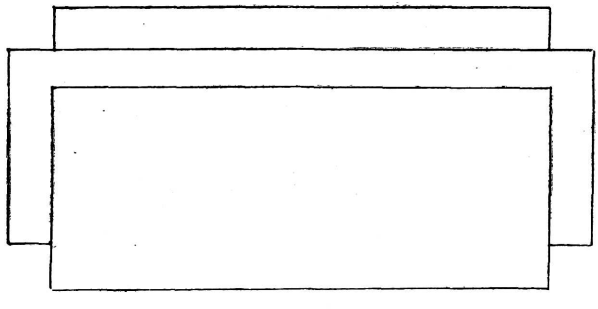


Fig. 143. — Disposizione della stagnola sulla carta per preparare un condensatore fisso

Però in generale la capacità dei piccoli condensatori non ha bisogno di essere rigorosamente precisa e il dilettante con alcune prove

riuscirà certamente ad ottenere il risultato voluto ed allora poco importa del valore esatto.

I condensatori fissi migliori sono quelli a mica e stagnola, ma sono buoni anche quelli a carta paraffinata e stagnola. La figura 141 mo-

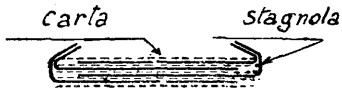


Fig. 144. — Montaggio dei foglietti

stra uno di questi condensatori a mica, e le misure sono al vero (salvo gli spessori).

Quelli in carta si costruiscono nel modo seguente: si userà stagnola da cioccolattini e carta sottilissima e resistente che non presenti alcun forellino.

Si comincia col paraffinare la carta mettendovi sopra un po' di cera e passandovi un ferro da stiro ben caldo. Poi si taglia un rettangolino di carta e vi si sovrappone la stagnola, lasciandone una parte

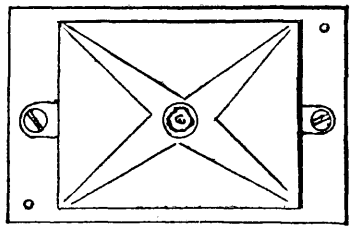


Fig. 145. — Condensatore fisso

sporgente per poter fare il collegamento. Dall'altra parte del foglietto paraffinato si disporrà un'altra armatura di stagnola, ma con la sporgenza dalla parte opposta alla prima e così via sino ad ottenere il blocco voluto, che un colpo di ferro da stiro renderà ben omogeneo. Ricordiamo due cose: 1° ai morsetti vanno a finire le armature, cioè da una parte i fogli pari e dall'altra quelli dispari. 2° La superficie utile delle armature è solo la parte che combacia coll'altra, sia pure attraverso l'isolante, quindi resta esclusa la parte che serve per i collegamenti. Il pacchetto si stringerà infine con una piastrina a dado e una placchetta di ebanite.

Condensatori multipli.

Si possono raggruppare più capacità sulla stessa placchetta di ebanite, con un pomello a lamina che ne permette il loro impiego successivo. Si ottiene così uno strumento che in molti circuiti si

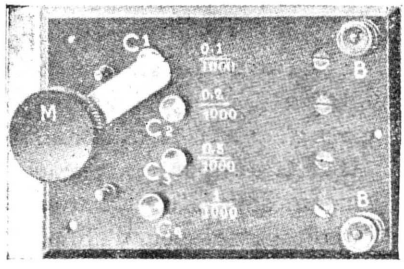


Fig. 146. — Tavoletta con 4 capacità (cm. 10 × 7)

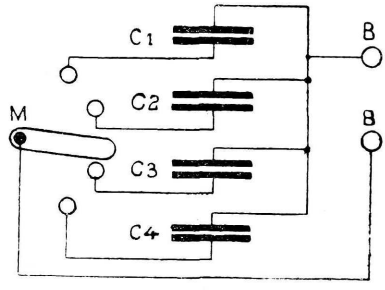


Fig. 147. — Come è montata la tavoletta: M, maniglia di contatto; BB, morsetti di attacco

dimostra utilissimo. Le figure 146 e 147 spiegano la cosa così chiaramente da non richiedere altre parole.

I condensatori variabili.

Sono formati da un insieme di lamine mobili parallele (alluminio) di forma semicircolare e che possono penetrare a volontà in un altro pacchetto di lamine fisse identiche, in modo che una lama mobile sia separata da due lame fisse per mezzo di due sottili strati d'aria.

La capacità dei condensatori regolabili varia secondo il numero dei settori e secondo il loro intervallo. Quando però si dice che un condensatore ha una capacità di, per esempio, 1 millesimo di M F, vuol dire che questo valore si ha col condensatore tutto inserito, se il condensatore è in posizione di apertura la sua capacità è quasi zero.

Chi ha usato apparecchi riceventi sa come il condensatore variabile sia l'organo di regolazione più preciso, basta uno spostamento di qualche millimetro per cambiare fortemente la lunghezza d'onda su cui si è accordati. Per ottenere una regolazione accurata raramente si usa il solo pomello centrale, ma si ricorre ad un movimento a vite micrometrica oppure al *verniero*. Il verniero consiste in una placca semicircolare, l'ultima, che si regola indipendentemente dalle altre,

così dopo di aver spostato tutto il pacchetto dei lamierini ed aver quasi raggiunto l'accordo, si perfeziona la regolazione muovendo solo

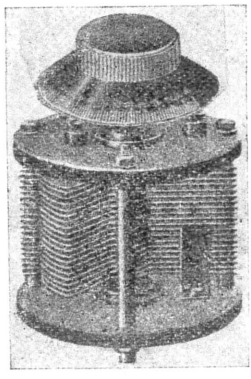


Fig. 148. — Condensatore regolabile

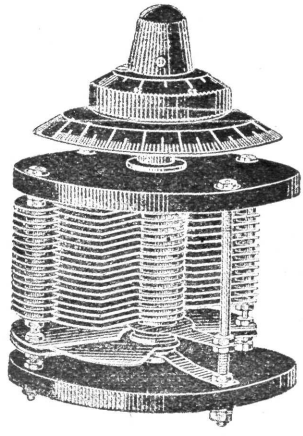


Fig. 149. — Condensatore regolabile a verniero

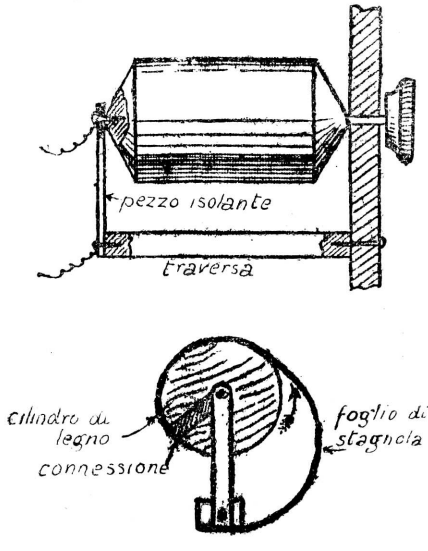


Fig. 150. — Un condensatore regolabile di facile costruzione

più l'ultima piastra. Un tipo di condensatore regolabile di facilissima costruzione è il seguente: esso è formato da un cilindro che può essere costituito (fig. 150) da un pezzo di legno tornito, o

meglio da un tubo di cartone paraffinato, oppure da un cilindro usato da fonografo al quale si attaccheranno due basi coniche come si vede in figura. I due fondi conici servono al passaggio dell'asse che permette al cilindro di girare. Uno degli assi è fissato nella piastra di ebanite del posto ricevitore e porta esternamente un bottone rigato di manovra, al quale si può eventualmente aggiungere una lancetta indicatrice che si sposta dinnanzi ad un settore graduato.

L'altro estremo è montato in un supporto isolante di legno paraffinato oppure di fibra od ebanite. Questo supporto è sostenuto da una traversa dello stesso materiale che si fissa con viti al pannello dell'apparecchio.

Il cilindro rotante costituisce la prima armatura del condensatore: per questo vi incolleremo sopra un foglio di stagnola che ricopriremo con uno strato sottilissimo di colla di pesce sulla quale si applicherà, prima che sia asciutta, un foglio di carta di seta.

La seconda armatura, che è mobile rispetto alla prima, è costituita da della carta paraffinata avente la larghezza del cilindro ed una lunghezza in rapporto con lo sviluppo che si vuol dare all'apparecchio. Questa striscia di carta è ricoperta da un foglio di stagnola. Una delle sue estremità è fissata sul cilindro, l'altra è invece fissata su dei supporti.

Si comprende come facendo ruotare il cilindro nel senso voluto, si venga ad avvolgere più o meno il foglio mobile, in modo da assicurare una maggior superficie di contatto sulla parte cilindrica.

Questo ha per effetto di far variare la capacità del condensatore in modo progressivo.

I due morsetti vanno fissati uno sul supporto orizzontale inferiore ove comunica mediante una striscia di stagnola con il foglio mobile del condensatore. L'altro morsetto è costituito dall'asse del supporto superiore, quest'asse è unito con il foglio di stagnola incollato sul cilindro per mezzo di una striscia di stagnola fissata sulla parte conica che si trova all'esterno del cilindro.

I condensatori compound.

I condensatori compound o composti sono formati da un condensatore variabile ad aria (0,001 a 0,002 M F) accoppiato con dei condensatori fissi a fogli di stagnola. Senza entrare in altri particolari si comprende subito come questi condenstori siano quelli che permet-

tono il più largo campo di variazione e sono utilissimi per i circuiti di prova, ecc.

La figura 151 mostra schematicamente la disposizione: V è un condensatore variabile ad aria di 0,001 MF, C_1 = 0,001 MF,

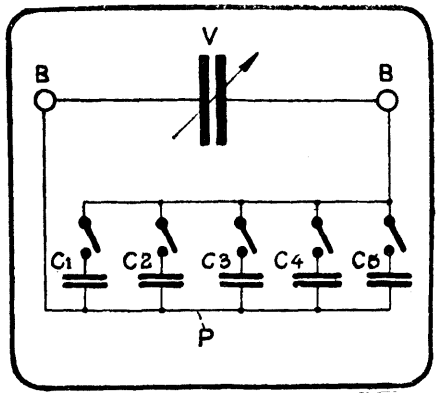


Fig. 151. — Schema di un condensatore composto

C_2 = 0,002 MF, C_3 = 0,003 MF, C_4 = 0,004 MF, C_5 = 0,005 MF. Si ottengono così tutte le capacità fra 0 e 0,0011 MF con estesissimo campo di regolazione. L'apparecchio si può condizionare in modo da occupare una piccola cassetta che all'interno contiene il tutto, lasciando solo sporgere il pomello di V e i cinque bottoni dei condensatori fissi.

Il condensatore quadratico.

E' l'ultimo venuto ed è chiamato « square law condenser » dagli americani e « condensateur à variation linéaire » dai francesi. Differisce dagli altri solo per la forma delle lamelle che costituitscono tanto la parte fissa quanto quella mobile, queste lamelle non hanno più la forma semi-circolare, ma bensì una forma limitata da una spirale.

Ricordiamo il modo di funzionare di un condensatore: In esso, delle placche metalliche mobili, penetrando in altre fisse, fanno variare la capacità dello strumento da un minimo ad un massimo. Il grado di penetrazione delle placche mobili in quelle fisse, viene dato dalla lettura della graduazione incisa sul disco di comando del condensatore, rispetto ad un punto fisso generalmente inciso sul pannello che sostiene tutto lo strumento.

Questo disco, chiamato generalmente « quadrante graduato », porta nella maggior parte dei casi 100 divisioni. Allorchè lo 0 del quadrante si trova sul punto fisso, la capacità del condensatore è minima e le placche mobili sono tutte fuori da quelle fisse: allorchè invece la graduazione 100 si trova sul punto fisso, la capacità del condensatore

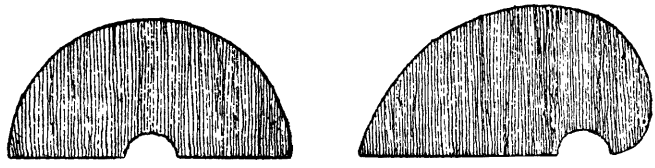


Fig. 152. — Settore di un condensatore comune e settore di un condensatore quadratico

è massima, e tutte le placche mobili sono intieramente penetrate in quelle fisse.

La capacità minima del condensatore, che teoricamente dovrebbe essere nulla, per difetti di costruzione e per la natura stessa di quest'ultima, non è mai tale, ed è sempre di un determinato piccolo valore. Questo valore viene detto « capacità residua » ed un condensatore variabile è tanto più preciso per quanto è minore la sua capacità residua.

Senza perderci in soverchi particolari, diciamo che questa capacità residua viene ad influire sulla regolazione, la quale non può partire da zero nè variare in modo esattamente *lineare*. Le placche del condensatore quadratico hanno invece una forma particolare che permette loro di variare regolarmente su tutte le lunghezze d'onda eliminando così l'inconveniente di dover pescare tutte le stazioni vicine con uno spostamento di appena qualche millimetro. Inoltre le lunghezze d'onda si trovano scaglionate sulla graduazione con simmetria e ne è più facile la ricerca. Aggiungiamo che questi condensatori non costano più cari degli altri e perciò sono sempre da preferirsi.

Il variometro e il variocupler.

Il variometro è un'induttanza regolabile: se noi abbiamo due bobine percorse da corrente e collegate assieme e le avviciniamo, i loro effetti induttivi si sommano se il senso di avvolgimento è giusto e si sottraggono se l'avvolgimento è fatto in senso contrario. Potremo

quindi variare il valore della self a seconda della posizione reciproca delle due bobine.

Per verificare se gli effetti induttivi si sommano basta assicurarsi che, a variometro chiuso, la corrente dopo di aver percorso la prima bobina, circoli anche nella seconda nello stesso senso.

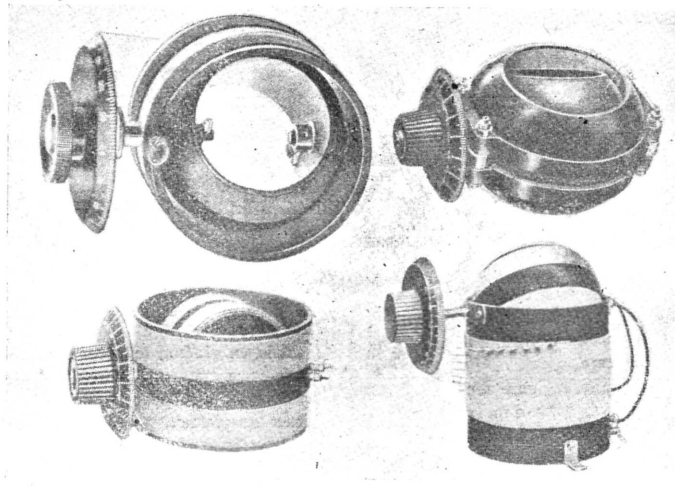


Fig. 153. — Alcuni tipi di variometri

Per le bobine a fondo di paniere si usa un accoppiatore come quello della figura 154 in cui l'azione aumenta man mano che si avvicinano le bobine.

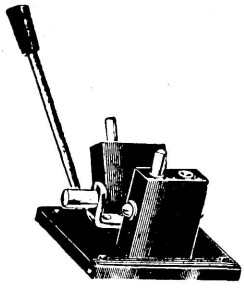


Fig. 154. — Variometro per bobine a fondo di paniere

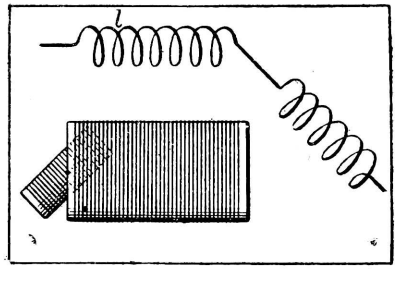


Fig. 155. — Principio del variometro

Per le bobine a nido d'api si usano degli accoppiatori diversi, quasi sempre muniti di un lungo manico per evitare l'effetto di capacità dovuto alla presenza della mano dell'operatore.

La figura 155 mostra schematicamente il principio del variometro che, come abbiamo detto, si compone di due bobine di self in serie, di cui una è mobile rispetto all'altra. E' facile, variando la posizione delle bobine, di far variare la selfinduzione mutua fra le bobine stesse. Possiamo così variare la self-induzione totale senza che vi sia bisogno di spostare alcun organo di contatto.

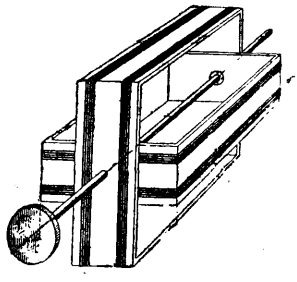
Infatti si può dimostrare che il coefficiente di self-induzione totale è

$$L = l + l^1 \pm 2M$$

in cui l è la self di una bobina, l' dell'altra bobina e M il coefficiente di mutua induzione delle due bobine.

Il segno da prendere è il + quando i campi magnetici creati dalle due bobine si sommano ed è — quando i campi si sottraggono.

L'apparecchio più semplice si compone di due bobine di cui una può girare di 180° rispetto all'altra. Si potrà così passare dal valore



Variometro fatto con due telai rettangolari

minimo (l'azione di una self meno quella dell'altra) al valore massimo (la somma delle azioni delle due self). Resterà però sempre nel circuito un minimo di self-induzione chiamato *self morta,* ed è questo l'unico inconveniente del variometro.

Teoricamente un ottimo variometro per onde corte è quello indicato dalla figura in cui un telaio ruota dentro all' altro ma i dilettanti preferiscono la forma cilindrica e quella sferica. Le carcasse sono di cartone, bakelite, legno impregnati di gommalacca. Le nostre figure ne mostrano parecchi esempi.

Un tipo economico che può essere costruito rapidamente è quello indicato dal Guarnieri (1).

La figura 156 rappresenta un tubo di cartone di 8 cm. di diametro, nel cui interno può girare un'altro tubo pure di cartone di cm. 6 di diametro.

(1) Tressiliano Guarnieri. « Radio telefonia e telegrafia » - Lavagnolo, editore.

Può essere impiegato il filo dei comuni avvolgimenti di 4 o 5 decimi più 2 di copertura e per la costruzione si procede nel modo seguente:

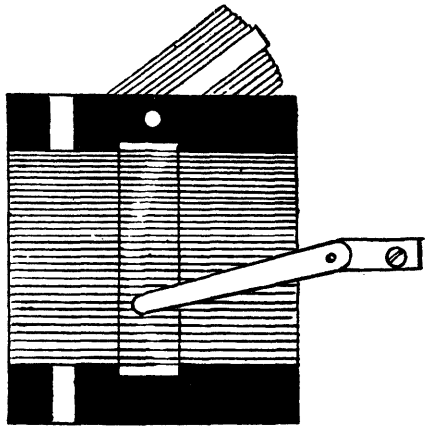


Fig. 156. — Variometro per dilettanti

Dopo aver paraffinato o laccato i due tubi di cartone e dopo essersi assicurati che quello più piccolo può girare liberamente nell'interno dell'altro, si avvolgeranno 40-50 spire sul rotor, saldando ai

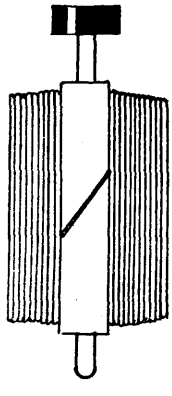


Fig. 157. — Il rotor del variometro

capi due pezzi di cordoncino flessibile per poter poi fare i collegamenti. Bisognerà avere cura di scavalcare bene il punto centrale ove sono conficcati i perni (di ottone e non di ferro) e a tale scopo sarà bene riportare in mezzo una piccola lista di cartone che serva da costola di sostegno.

La figura 157 è sufficiente a dimostrare come sia incollata questa lista e come per mezzo del tratto di giuntura o taglio, si possa scavalcare il filo da una metà all'altra, schivando i perni.

Lo stator, cioè la parte fissa, può essere costituito da 70 spire circa, con prese ogni 5 spire. Il metodo delle prese può essere fatto in un'infinità di modi, noi descriveremo un mezzo abbastanza semplice che evita qualunque saldatura ed è di facile costruzione.

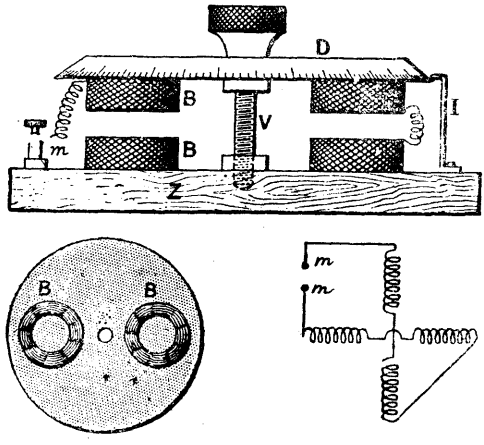


Fig. 158. — Variometro fatto con bobine a nido d'api

S'incomincia l'avvolgimento con cinque spire, indi si posa nel senso longitudinale del tubo una lista di cartone o di mica e la sesta spira si passa sopra, altre cinque spire sotto la lista e nuovamente la sesta sopra.

Finito così l'avvolgimento avremo sopra la lista tanti fili di presa che, dopo esssere denudati, possono far contatto con un corsoio costituito da una semplice molla metallica.

Occorre osservare che il corsoio si trovi in contatto sempre con una sola spira perchè in caso contrario metterebbe in corto circuito delle spire con pericolo di danni.

Se invece del corsoio si volessero saldare tanti fili di uscita ogni 5 o più spire per poi avere dei contatti mobili, sarà opportuno non eseguire le singole derivazioni in colonna, ma bensì tutto in giro alla circonferenza dello statore.

Ogni dilettante possiede delle bobine a nido d'api con le quali è facile costruire un variometro. Attorno ad un asse centrale si dispor-

ranno su uno zoccolo isolante due avvolgimenti identici. L'asse centrale è solidamente avvitato nello zoccolo, in modo da poter sostenere un disco graduato manovrato con un pomello isolante.

Sotto questo disco e sullo stesso diametro si piazzano due altre bobine a nido d'api; si potranno così orientare gli avvolgimenti superiori in modo da variare la posizione rispetto alle bobine fisse.

Si può tagliare a bisello il disco superiore in modo da poter incidere in esso delle divisioni che si spostano dinnanzi ad un indice fisso. La precisione della regolazione è tanto maggiore quanto più è grande il diametro del disco. L'avvolgimento superiore è unito all'inferiore con un filo sottile avvolto ad elica in modo da non impedire i movimenti. Lo schema delle connessioni e gli altri particolari sono sommariamente indicati in figura. In D è rappresentato il disco graduato, in B le bobine, in V la vite, *m* sono i morsetti, I l'indice e Z lo zoccolo isolante.

Il variocupler. — Ha le stesse caratteristiche del variometro, anzi il variometro può funzionare da variocupler e viceversa. La differenza consiste in ciò: il variometro ha le due bobine *in serie* che agiscono in modo da aumentare o diminuire l'effetto induttivo totale. Il variocupler ha invece due bobine *indipendenti,* cioè l'una può influenzare l'altra la quale fa parte di un altro circuito. Come si vede è una differenza di impiego anzichè una differenza di forma.

Le resistenze fisse e variabili.

Le resistenze senza self (vale a dire resistenze puramente ohmiche) usate negli apparecchi ricevitori sono generalmente di valore as-

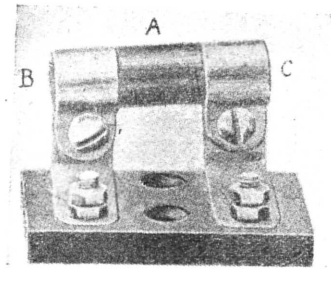


Fig. 159. — Resistenza in silite e suo supporto

sai elevato: da 10.000 ohm a 10 megaohm (milioni di ohm), e sono destinate quasi sempre a fissare il potenziale di griglia od a assicurare l'unione fra i diversi stadi di amplificazione. In questi casi il

valore della resistenza deve rimanere fisso, mentre in certi circuiti (esempio Flewelling) è necessario disporre di una resistenza variabile. I materiali più usati per la confezione delle resistenze sono la silite, il carborundum, l'ocelite, la grafite, l'ossido di ferro, ecc. Di

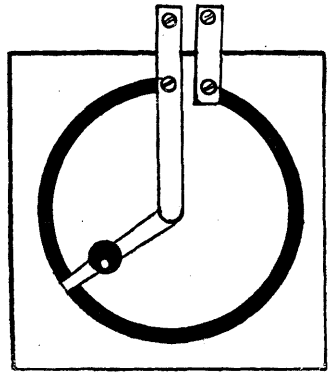


Fig. 160 — Una resistenza di grafite ottenuta con un tratto di lapis

queste sostanze basta farne un bastoncino di 7 ÷ 8 mm. lungo 4 ÷ 5 cm. per ottenere resistenze elevatissime. Poichè l'umidità, il contatto delle dita, ecc. potrebbero modificare questi valori, conviene proteggerle in tubetti di vetro o ricoprirle con paraffina. Nei primi tempi le resistenze venivano improvvisate dai dilettanti con delle striscie di grafite fatte a lapis o con inchiostro di China.

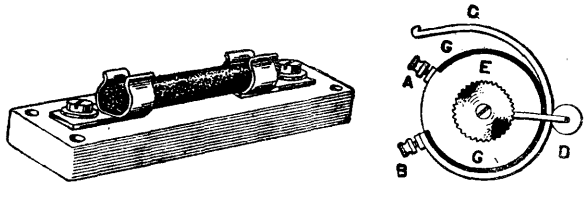


Fig. 161. — Una resistenza in silite e un'originale resistenza variabile

La figura 160 mostra come si procede: su un pezzo di fibra o di cartoncino bristol si traccia col compasso un tratto di lapis (non copiativo) largo un paio di millimetri e si ottiene senz'altro una resistenza di oltre un milione di Ohm. Un piccolo corsoio ne stabilisce i valori a seconda del punto ove fa contatto. Con alcune prove si otterranno dei valori soddisfacenti. Per la taratura esatta occorrebbe un

ponte di Wheastone, apparecchio di cui difficilmente i dilettanti possono disporre. Un'altro tipo di resistenza variabile è quello indicato in figura 161 in cui uno strato di grafite G è deposto col lapis su un cilindro isolante, fra i due morsetti A e B. Una molla curva C, manovrata da una rotella D serve a mettere in corto circuito la parte di resistenza che non è utilizzata.

Ricordiamo però che se è talvolta conveniente improvvisare una resistenza variabile, non converrà mai fabbricarne una fissa perchè in commercio si trovano per pochi centesimi dei bastoncini di silite la cui resistenza è già preventivamente tarata.

Trasformatori a bassa frequenza.

Sono quelli che si usano dopo la valvola raddrizzatrice, cioè quando le oscillazioni ad alta frequenza arrivate sull'aereo, sono già state ridotte a bassa frequenza dalla valvola rettificatrice. Questo fenomeno lo vedremo più innanzi quando si parlerà dei circuiti.

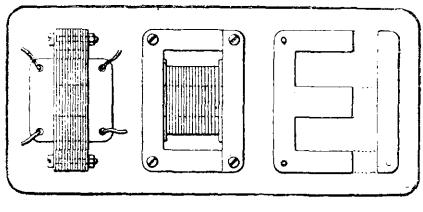


Fig. 162. — Diverse forme dei circuiti magnetici dei trasformatori

I trasformatori in bassa frequenza differiscono di ben poco da quelli usuali da suonerie e possono essere a circuito magnetico chiuso oppure aperto. Questi ultimi sono poco usati.

Mi pare inutile ricordare che un trasformatore si compone di due avvolgimenti: primario e secondario, con moltissime spire di filo sottile isolato in seta od a smalto ed avvolti attorno ad un nucleo magnetico di ferro dolce. Il circuito magnetico può avere diverse forme (fig. 162) ed è formato da pacchetti di lamierini di ferro dolce verniciati su una delle loro faccie per assicurarne l'isolamento elettrico fra di loro, lo spessore dei lamierini è generalmente di 0,3 a 0,5 mm. Gli avvolgimenti sono completamente circondati dal circuito magnetico.

La figura 163 mostra uno dei tipi più correnti (il secondario ha 22.000 spire). A parità di condizioni il rendimento di un trasforma-

tore è tanto più elevato quanto più le spire, primarie e secondarie, sono numerose.

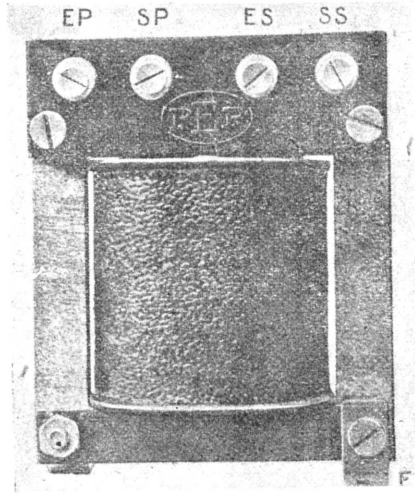


Fig. 163. — Trasformatore a bassa freqnenza: EP, entrata primario; SP, uscita primario; ES, entrata secondario; SS, uscita secondario; F, staffa di fissaggio

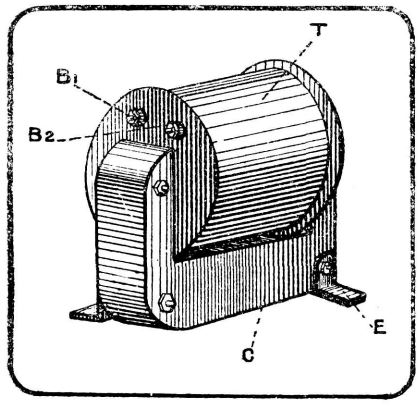


Fig. 164. — Un altro tipo di trasformatore: BB_2, morsetti di connessione; T, avvolgimento; C, circuito magnetico; E, staffa di fissaggio

Un'altra delle forme più comuni è quella indicata in figura 164 in cui si nota che il circuito magnetico non avvolge tutto il trasfor-

matore. Il rapporto di trasformazione, cioè il rapporto fra il numero delle spire primarie e secondarie, è generalmente 1/1, 1/3, 1/4, 1/5, 1/10.

Attualmente si tende sempre più ad usare i trasformatori *blindati,* vale a dire interamente coperti da una lamiera metallica, la quale forma come una gabbia di Faraday ed impedisce ogni induzione degli avvolgimenti del trasformatore sugli elementi vicini. I mor-

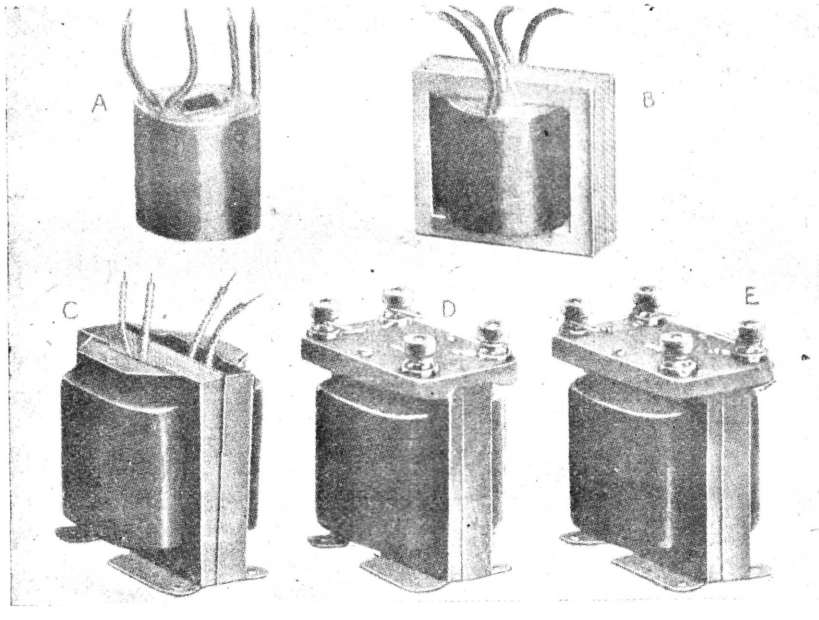


Fig. 165. — Fasi successive della costruzione di un trasformatore blindato

setti sono sempre all'esterno per facilitare le connessioni. Il trasformatore blindato ha tutti i vantaggi: impedisce ogni fuga di flusso, evita le mutue reazioni e si presenta esteticamente più compatto e più robusto. La figura 165 mostra le successive fasi di costruzione di un trasformatore blindato. In A abbiamo l'avvolgimento, in B lo vediamo collocato entro il suo circuito magnetico chiuso, in C lo si ricopre con la scatola metallica, in D si aggiunge la placchetta per le connessioni ed in E il trasformatore è terminato.

Costruzione (figg. 166 e 167). — Solo un dilettante abile può accingersi a questo lavoro che richiede un'enorme pazienza (avvolgere 20.000 spire con filo di 1/10!). Il nucleo magnetico del trasfor-

matore è formato da un fascio cilindrico di fili di ferro dolce (5 a 8 decimi) lunghi circa 20 cm. con i capi isolati alla gommalacca. La carcassa è montata in cartone con due guancie laterali ed un tubetto di cartoncino di circa 1 mm. di spessore.

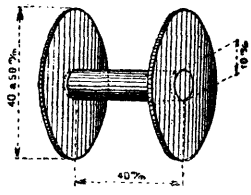


Fig 166. — Carcassa di un trasformatore a bassa frequenza

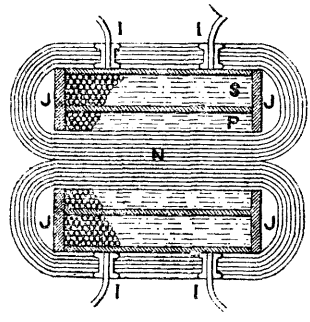


Fig. 167. — Sezione di un trasformatore finito

L'avvolgimento si fa con del filo di 1/10 di diametro, isolato in seta.

Si comincia con l'avvolgere il primario, poi lo si ricopre di cartone paraffinato e si bobina il secondario su questo cartone (spesso 1 mm.).

Terminato l'avvolgimento si chiude il circuito ribattendo il fascio dei fili di ferro da una parte e dall'altra dell'avvolgimento.

I capi degli avvolgimenti sono protetti da piccoli isolatori.

Diamo ora una tabella in cui sono date tutte le caratteristiche dei moderni trasformatori da radio:

Trasformatore d'entrata. Rapporto 1/10.

Avvolgimento	Numero spire	Lunghezza in metri	Resistenza in Ohm
Primario . . .	2000	90	180
Secondario . . .	20000	2410	4820
Primo trasformatore di accoppiamento. Rapporto 1/4.			
Primario . . .	2500	110	220
Secondario . . .	10000	990	1980
Secondo trasformatore di accoppiamento. Rapporto 1/4.			
Primario . . .	4000	215	430
Secondario . . .	16000	1325	3870
Primo trasformatore telefonico per cuffia di molta resistenza.			
Primario . . .	10000	680	1360
Secondario : . .	5000	620	1240
Secondo trasformatore telefonico per cuffia di poca resistenza.			
Primario . . .	10000	765	1530
Secondario . . .	1500	105	210

Si noterà che nei trasformatori di uscita è l'avvolgimento che porta meno spire quello che che si attacca al telefono o all'altoparlante e tanto meno la cuffia avrà resistenza e tanto meno spire si dovranno usare.

Trasformatori in bassa frequenza a circuito magnetico aperto.

Hanno il vantaggio di dare una ricezione assai pura ed esente da distorsioni ma, per ottenere una buona amplificazione, richiedono un maggior numero di stadi rispetto a quelli a circuito magnetico

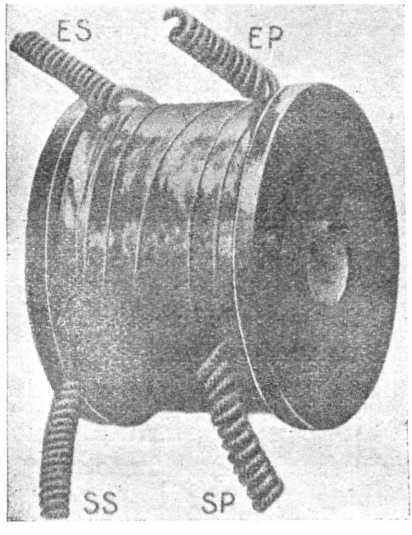


Fig. 168. — Trasformatore a circuito magnetico aperto

chiuso, perciò sono pochissimo usati. L'avvolgimento (fig. 168) è fatto come se si trattasse di un trasformatore a circuito magnetico chiuso, attorno ad un fascio di fili di ferro sottili e ricotti.

Trasformatori in alta frequenza senza ferro.

Sono quelli usati per l'amplificazione delle oscillazioni captate dall'aereo e, come indica il loro nome, sono montati prima della valvola rettificatrice. Servono ad elevare l'ampiezza delle oscillazioni fra una valvola e l'altra.

Un trasformatore di questo genere può assai difficilmente abbracciare tutto il campo delle lunghezze d'onda, da 300 a 3000 metri e

perciò si è costretti ad usare trasformatori intercambiabili o, meglio ancora, a bobine frazionate che permettono di variarne i valori.

L'avvolgimento deve sempre avere una grande resistenza, cosa che si ottiene avvolgendo un gran numero di spire di rame sottilissime, oppure ricorrendo alla costantana od altre leghe ad elevata resistenza. Speciale cura si richiede per evitare la presenza della capacità e perciò, oltre agli artifizi già noti si faranno di preferenza

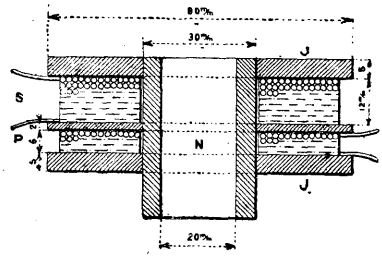


Fig. 169. — Sezione di un trasformatore ad alta frequenza senza ferro con galette, intercambiabile. P, bobina primaria; S, bobina secondaria; N, nucleo centrale cavo; J, guancie di legno

delle bobine piatte, sottili, di forte diametro e separate da isolante in modo da evitare di avere una forte differenza di tensione fra le spire vicine.

Nella figura 169 è indicata la costruzione di uno di questi trasformatori che è aperiodico, vale a dire non accordato. Il mandrino delle

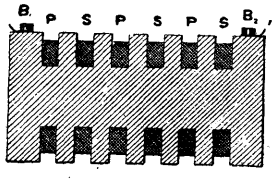


Fig. 170. — Trasformatore ad alta frequenza tipo "sandwich" - P, avvolgimento primario; S, avvolgimento secondario; B_1 B_2, attacchi. Generalmente il solo primario è frazionato

bobine è formato da un nucleo di legno cilindrico di 3 cm. di diametro per 5 di altezza ed i dati che daremo corrispondono ad un campo di ricezione compreso fra 450 e 2600 metri di lunghezza d'onda. Tre guancie in forma di disco, con un foro centrale per il passaggio del mandrino N sono fissate su di esso formando così due gole di 8 cm. di diametro esterno. Lo spessore di queste guancie di legno stagionato è di non meno di 5 mm., solo la guancia centrale sarà più sottile (1 a 2 mm.) per permettere un energico accoppiamento fra i due avvolgimenti. Le caratteristiche d'avvolgimento sono le seguenti:

Bobina primaria.

Diametro interno 3 cm.	Filo di rame nudo 0,3 mm. + 2 strati cotone
Spessore assiale 1,2 cm.	Numero spire in altezza: 20 mm.
Spessore radiale 2,1 cm.	„ „ „ spessore: 35 mm.
Lunghezza totale filo 110 metri	Totale spire: 700
Peso totale del filo nudo 76 gr.	Resistenza elettrica: 24 ohm.

Bobina secondaria.

Diametro interno 3 cm.	Filo di rame nudo 0,3 mm. + 2 strati cotone
Spessore assiale 0,6 cm.	Numero spire in altezza: 10 mm.
Spessore radiale 2,1 cm.	„ „ „ spessore: 35 mm.
Lunghezza totale filo 55 metri	Totale spire: 350
Peso totale del filo nudo 38 gr.	Resistenza elettrica; 12 ohm.

Per diminuire la capacità si tende ora ad usare gli avvolgimenti frazionati, disposti a «sandwich», vale a dire col primario e secon-

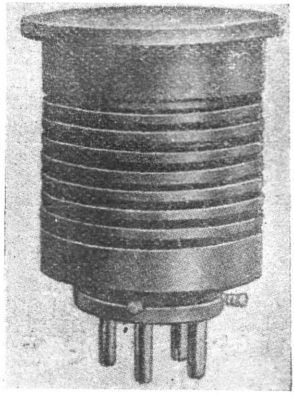


Fig. 171. — Aspetto esterno di un trasformatore " sandwich " con spine di connessione

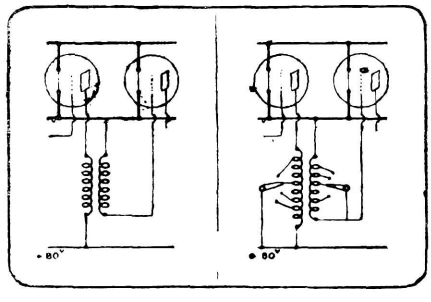


Fig. 172 e 173. — Valvole collegate per mezzo di trasformatori ad alta frequenza ad avvolgimenti non accordati (aperiodici). A sinistra un trasformatore normale non frazionato. A destra un trasformatore normale frazionato

dario suddivisi in galette montate in serie ed ogni galetta primaria viene a disporsi fra due galette secondarie o viceversa (fig. 170). Per rendere rapidamente intercambiabili questi trasformatori si usa montarli su delle prese uguali a quelle dei porta-valvole, cioè munite di 4 spine (fig. 171).

Le figure 172 e 173 mostrano il modo di inserzione di questi trasformatori.

Trasformatori ad alta frequenza con nucleo di ferro.

Introducendo un nucleo di ferro in un trasformatore ad alta frequenza si estende maggiormente il campo delle lunghezze d'onda che si possono ricevere. Ma l'inconveniente principale è dato dal fatto

che le lamiere del circuito magnetico devono essere sottilissime e di una speciale lega al ferro-silicio che è praticamente introvabile in commercio, perciò la costruzione non è facilmente eseguibile dai dilettanti i quali si devono accontentare di costruirli con un unico nucleo diritto. Dovendo realizzare circuiti che richiedono trasformatori di questo genere, converrà acquistarli dal commercio. In genere però i dilettanti preferiscono ottenere l'amplificazione in alta frequenza semplicemente con delle resistenze, con un procedimento semplicissimo che vedremo più oltre.

Trasformatori ad alta frequenza a risonanza.

Al contrario di quelli ora descritti, i trasformatori *a risonanza* hanno pochissima resistenza nei loro avvolgimenti.

Il montaggio più comune è quello rappresentato in figura 174 in cui è accordato il solo primario (circuito di placca) mediante un

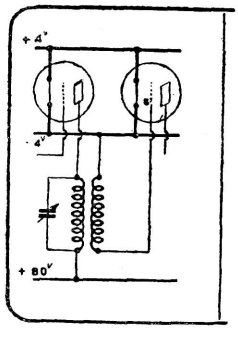


Fig. 174. — Valvole collegate per mezzo di trasformatore ad alta frequenza con prese variabili

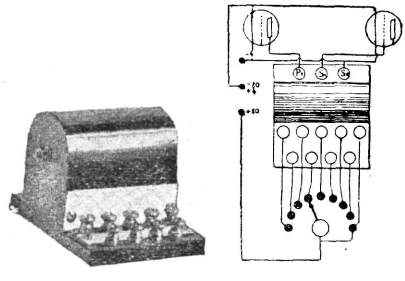


Fig. 175. — Schema di montaggio di un trasformatore ad alta frequenza con prese variabili

condensatore variabile da 0,25 millesimi di MF ad 1 millesimo di MF. La figura 175 mostra uno di questi trasformatori a paese variabili ed il suo modo di inserzione.

Un variocupler può benissimo servire da trasformatore in risonanza e variando la posizione rispettiva delle bobine si troverà la risonanza più o meno acuta. Ed ora un'avvertenza importante sui trasformatori in alta frequenza senza ferro: facilmente il loro campo magnetico può influenzare od essere influenzato da altri apparecchi o strumenti, anche se si trovano ad una certa distanza, perciò si

monteranno sempre distanziati fra di loro, oppure separati da schermi.

La figura 176 indica come si possono installare per evitare la loro reciproca azione induttiva. Si possono ancora studiare altri tipi di

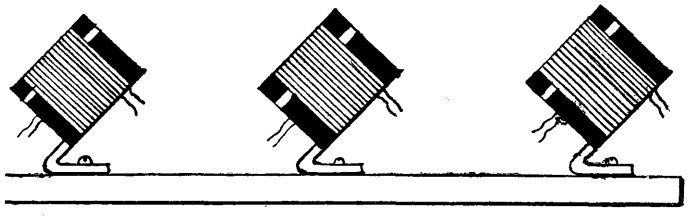


Fig. 176. — Montaggio di trasformatori ad alta frequenza sul pannello

trasformatori, ad avvolgimenti concentrici, ecc. che saranno descritti nella parte che riguarda questi circuiti speciali.

Reostati e potenziometri.

I reostati trovano il loro impiego per la regolazione dell'incandescenza dei filamenti delle valvole. I potenziometri non sono altro che reostati puri e semplici ma montati in circuito in un modo diverso.

In genere ogni valvola ha il suo reostato chiamato d'accensione, ma non vi è alcun inconveniente a servirsi di un unico reostato per regolare tre o quattro valvole aventi la medesima funzione. L'unica avvertenza è di osservare che essi non scaldino troppo col pericolo di deteriorare gli apparecchi circostanti. I reostati si dispongono semplicemente in serie nel circuito di accensione (in generale sul filo positivo). La loro resistenza varia a seconda del numero delle valvole che devono regolare, resistenza che sarà tanto più piccola quanto più è elevata l'intensità, cioè quanto più vi sono valvole.

Ecco un esempio su un circuito di valvole ordinarie: con una sola valvola il reostato sarà di 2,9 a 3 ohm, con 2 valvole di 1,5 ohm, con 3 = 1 ohm, con 4 = 0,8 ohm, con 5 = 0,6 ohm. La costruzione di un simile reostato è delle più facili e serviranno all'uopo le tabelle che normalmente si trovano nei formulari. Prendiamo ad esempio il filo di ferro-nichel che è indicatissimo per questi lavori; la seguente tabella ci darà i dati necessari:

Tabella per il calcolo dei reostati

Diametro	2/10	3/10	4/10	5/10	6/10	7/10	8/10	9/10	10/10	12/10	14/10	16/10	18/10	20/10
Resistenza in ohm. per 100 metri	2492	1107	623	339	277	203	155	123	99	69	50	39	30	25
Metri per Kg. di filo	3937	1745	982	628	437	320	245	194	157	109	80	61	48	39

Questa tabella permette di calcolare subito qualunque reostato, basterà conoscere in anticipo l'intensità necessaria all'alimentazione dell'apparecchio, il voltaggio minimo al quale si vuole poter ridurre la tensione della batteria sulle valvole.

Chiamiamo V_2 questo voltaggio, V_1 la tensione della batteria, I l'intensità richiesta dall'apparecchio, per la legge di Ohm la resistenza cercata sarà data dalla formula

$$R = \frac{V_1 - V_2}{I}$$

Esempio. Supponiamo di dover costruire un reostato per un apparecchio ricevitore a 4 valvole *Micro* azionate da una batteria da 6 volt.

L'intensità assorbita dalle quattro valvole è scritta sulle medesime, cioè 0,06 ampère. Avremo in tutto $4 \times 0{,}06 = 0{,}24$ ampère, cioè $I = 0{,}24$. Ci proponiamo di ottenere un voltaggio minimo di circa 3 volt mentre, come abbiamo detto, la tensione della batteria è di 6 volt.

La resistenza da assegnare al reostato sarà dunque di

$$\frac{6 - 3}{0{,}24} = \frac{3}{0{,}24} = 12 \text{ ohm. circa.}$$

Evidentemente il filo da usarsi sarà di sezione tanto più grossa quanto più l'intensità è elevata. Le nostre figure (177) rappresentano alcuni tipi di reostati come si trovano in commercio ma il dilettante potrà sbizzarrirsi ad assegnare loro qualunque altra forma. Un tipo di facilissima costruzione è quello indicato in figura 178 il quale benchè non permetta di raggiungere tutti i valori intermediari fra i contatti, ha il vantaggio di essere il più semplice.

Abbiamo detto come il *potenziometro* non sia altro che un reostato il quale trova il suo impiego nei circuiti a risonanza, nei reflex, am-

plificatori di potenza, ecc. Il suo nome stesso indica che esso serve a far variare il potenziale di un conduttore che generalmente è il filo che va alla griglia.

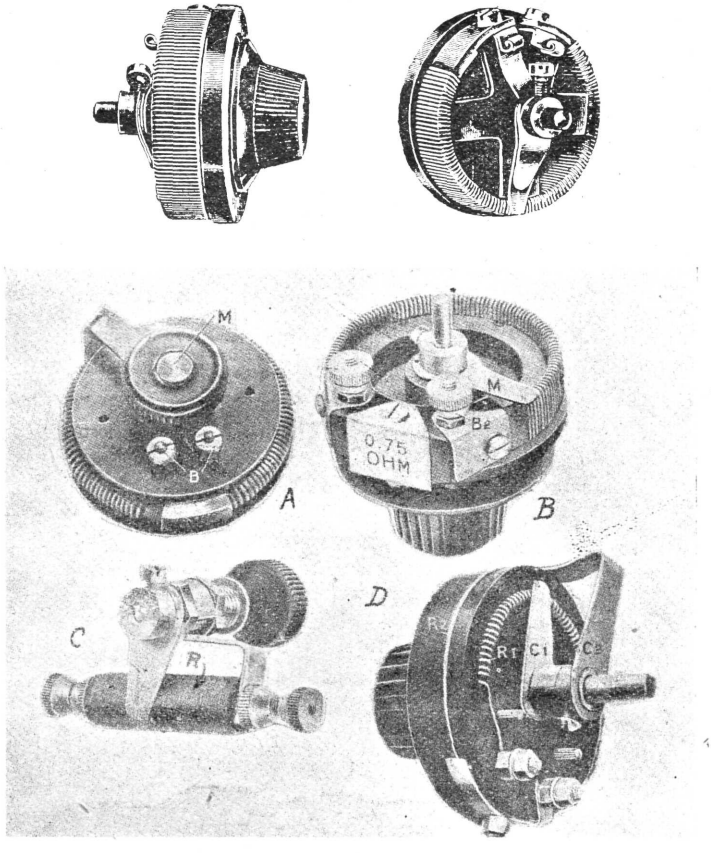


Fig. 177. — Alcuni tipi di reostati d'accensione A B, tipi normali; C, tipo a spirale dritta; D, reostato a verniero: dopo di aver regolato sulla resistenza R_1 a mezzo del cursore C_1 si perfeziona la regolazione col cursore C_2 che scorre su una resistenza R_2 composta di un solo filo

La differenza fra reostato e potenziometro è indicata dalla fig. 179, in cui si vede che nel potenziometro la *presa* di corrente è fatta sul cursore. Consideriamo brevemente il montaggio di questo accessorio: le estremità B_1 e B_2 della resistenza sono collegate ai poli della batteria, per esempio una batteria di accensione di 6 volt. Quando il cursore C sarà in B_1 il morsetto B_3 sarà a potenziale zero rispetto

a B_1 ed al potenziale + 6 rispetto a B_2. Quando il cursore sarà in B_2 il morsetto B_3 sarà al potenziale zero rispetto a B_2 ed al potenziale — 6 rispetto a B_1. Potremo cioè far variare il potenziale di B_3 da zero a + 6 rispetto a B_2 e da zero a — 6 rispetto a B_1. Il punto B_3 è generalmente collegato alla griglia la quale potrà così assumere tutti i valori positivi o negativi.

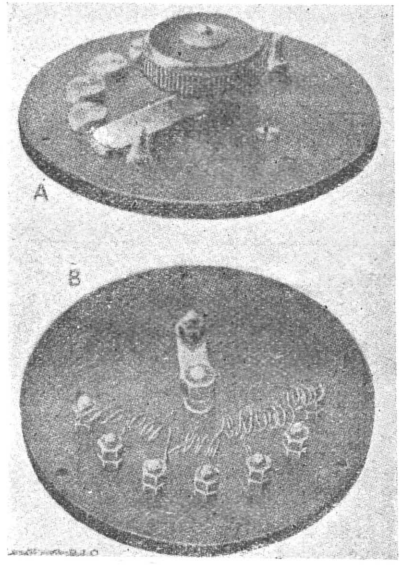


Fig. 178. — Reostato di facile costruzione, visto di sopra e di sotto: si tratta di un disco di ebanite di 7 cm. di diametro portante alcune spiraline di ferro nichel unite a dei contatti di ottone

Notiamo che nel potenziometro l'avvolgimento è sempre attraversato dalla corrente e perciò bisognerà che esso abbia una resistenza molto elevata, altrimenti l'intensità assorbita sarà troppo alta con conseguente riscaldamento.

In media la resistenza dei potenziometri varia da 100 a 400 ohm.

Scaricatore. Quest'accessorio è usato qualche volta per la protezione dell'apparecchio dalle scariche atmosferiche, scariche che possono anche avvenire a cielo sereno. Esso è inserito fra l'antenna e la presa di terra ed è formato (fig. 180) da un doppio pettine di ottone fra cui esiste un intervallo d'aria. Non sarà tuttavia mai abbastanza ripetuto che l'antenna deve essere *sempre* staccata quando non si

usa l'apparecchio perchè essa scarica continuamente l'elettricità atmosferica che, a lungo andare finisce col deteriorare gli isolanti. Non è raro vedere il filo d'antenna ricoperto da una bella luce violetta dovuta a scariche ad effluvio. Chi volesse constatare la presenza di

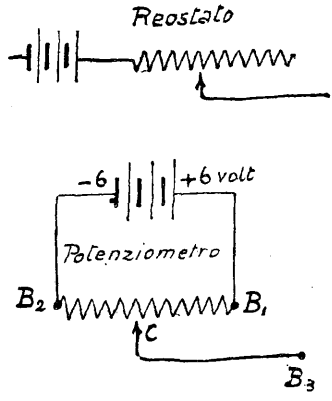


Fig. 179. — La differenza fra un reostato e un potenziometro risulta solo dal loro diverso modo di inserzione

correnti nell'aereo, specie durante l'avvicinarsi dei temporali, potrà fare questa interessante prova: si acquista una lampadina *veilleuse* a luminiscenza (Philips od altre) e la si attacca fra l'aereo e la terra, all'avvicinarsi di un temporale la lampadina brillerà di viva luce. E'

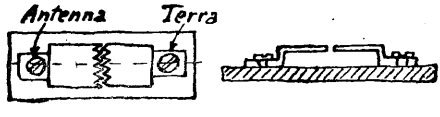


Fig. 180. — Scaricatore a pettine

bene però non prolungare queste prove perchè in caso di cattivo tempo l'antenna va staccata e unita alla presa di terra.

Non bisogna però credere che l'antenna possa attirare il fulmine più di un filo telefonico, di un impianto luce, dei tubi di una stufa, ecc. Basta pensare che la sua capacità elettrica è mille volte inferiore a quella di una grondaia. Essa però, come ogni conduttore, raccoglie le cariche statiche vaganti per l'atmosfera e le scarica a terra. Anche le Società di Assicurazione degli Incendi, che sono le più interessate, hanno riconosciuto che l'antenna non rappresenta alcun pericolo e

non fanno pagare alcun premio supplementare agli abbonati che usano l'impianto radio.

Pannelli. Il pannello su cui si monta il complesso dei pezzi che costituiscono l'apparecchio deve avere ottime qualità isolanti, perciò è da scartare il legno stagionato (buono però per i circuiti di prova) e si userà una lastra di ebanite o meglio di bakelite dello spessore di almeno 4 mm. Per i fori si useranno punte ad elica normali con lenta velocità di avanzamento. L'ebanite si tira a lucido con una pulitrice a disco di feltro o comunque strofinandola vigorosamente con panni asciutti. Per la tracciatura si raccomanda di non usare mai i lapis poichè le righe di grafite così tracciate sul pannello sono ottimi conduttori delle radio-onde e si avrebbero degli inesplicabili corti circuiti; per la tracciatura si userà una punta acuminata maneggiata con leggierezza. Le connessioni fra gli organi interni vanno cortissime, rettilinee e possibilmente non parallele per evitare fastidiosi effetti di induzione.

Prima di iniziare la descrizione dei circuiti si raccomanda al dilettante novizio di non lasciarsi tentare a costruire un circuito per cui si richieda una capacità superiore alle proprie forze. Coloro che cominciano a cimentarsi coi circuiti Reflex, coi Reinartz, con le Super-Eterodine, Ultr'Audion, ecc. finiscono col combinare un pasticcio che li lascierà delusi e scettici per l'avvenire. La prima cosa da fare è dunque di montare un apparecchio classico a risonanza di sicurissima riuscita anche con pochi mezzi. Si potrà poi perfezionare, smontare e rifare il proprio apparecchio secondo circuiti più complessi di maggior rendimento e questo lavoro, fatto allora con cognizione di causa, non mancherà il risultato.

Così ad esempio diciamo subito che un circuito Super-eterodina, il quale richiede tutti i pezzi accuratamente tarati, non è assolutamente eseguibile se non dai dilettanti che hanno già qualche anno di pratica.

Descriveremo prima decine di circuiti la cui riuscita è assolutamente sicura per poco che il dilettante vi metta un po' di attenzione.

Il « broadcasting ».

La parola inglese « broadcasting » viene universalmente impiegata per significare trasmissione di notizie, concerti, ecc. a mezzo della telefonia senza fili. La traduzione letterale della parola sarebbe

ampia diffusione o «radiodiffusione» e ci sembra risponda abbastanza bene anche in italiano.

Nei dizionari inglesi (Jhonson, ecc.) troviamo che essa esprime il fatto di: «seminare il grano, il trifoglio, ecc., facendo il gesto iolenne del seminatore». La stessa spiegazione materiale la troviamo in altri testi dove viene usata per significare: dare a piene mani, con prodigalità, distribuire i beni della fortuna, ecc.

In Europa abbiamo ora oltre un centinaio di stazioni che seralmente lanciano i loro programmi per le vie dello spazio, ascoltate da migliaia di dilettanti. Chi non ha provato a manovrare un apparecchio ed a scoprire una stazione ha rinunciato a una delle più grandi soddisfazioni.

Il dilettante poi, che ha costruito l'apparecchio con le proprie mani, proverà un'intensa emozione nel momento in cui, regolando la reazione, riesce a staccare dal confuso rumore dell'apparecchio, le parole nitide e chiare di qualche stazione estera. Tutti gli esperti ricordano ancora il senso di smarrimento che li ha presi quando la prima volta hanno sentito quelle voci lontane. E girando i condensatori si sorprendono poi altre voci, altri suoni, voci tedesche, inglesi, italiane. e nella solitudine e nel silenzio, al fioco lume delle valvole si ha l'impressione che non esistano più confini e che la nostra cuffia ci metta in diretta comunicazione con tutti i popoli.

Le stazioni di radiodiffusione appartengono per lo più a Società di costruttori di apparecchi radiotelefonici che, salvo qualche deplorevole eccezione, si accontentano di piccole quote di abbonamento. Altre stazioni appartengono ai grandi giornali, alle organizzazioni religiose ed ai privati. Il broadcasting privato è ancora pochissimo diffuso da noi, mentre negli Stati Uniti si sono accordate ai dilettanti oltre 900 licenze di trasmissione.

Le lunghezze d'onda delle trasmittenti d'Europa variano per lo più fra 200 e 3000 metri ed entro questi limiti conviene tenere l'apparecchio, in genere le onde inferiori ai 200 metri servono alle esperienze di trasmissione dei dilettanti e quelle superiori ai 3000 alla telegrafia. In altra parte del libro si troverà una tabella con la lunghezza d'onda di tutte le trasmittenti d'Europa e col loro orario.

I RICEVITORI A GALENA

Sono indubbiamente i migliori. Hanno il vantaggio di non richiedere nè pile nè accumulatori, la loro costruzione è facilissima e di poca spesa.

Nessun apparecchio a valvole, per quanto perfetto, può dare una ricezione così pura come quella ottenuta con la galena.

L'unico inconveniente di questi ricevitori è che essi *non amplificano*, e perciò il loro uso resta limitato entro ad un raggio di una trentina di chilometri dalla trasmittente. Su questa cifra i pareri sono discordi perchè si sono avute delle portate enormemente superiori, sino a 600 km., portate controllate più volte dai competenti. Bisogna però dire che si tratta di risultati eccezionali e le migliaia di dilettanti che usano la galena non hanno mai ricevuto altro che la trasmittente locale.

Tuttavia i *record* di ricezione a galena non sono affatto imbattibili e con alcune avvertenze, tutti potranno tentare con probabilità di successo anche le ricezioni lontane.

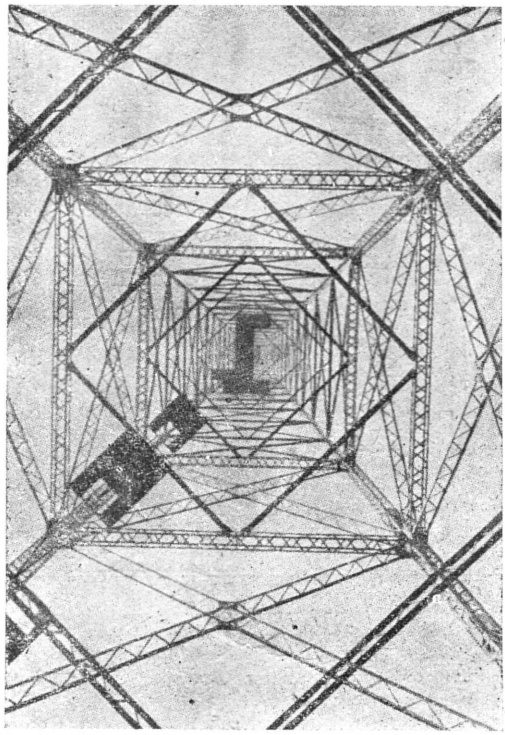
Abbiamo detto che la galena non amplifica, essa si limita ad utilizzare l'energia captata dall'aereo: è quindi naturale che in questo caso tutta l'attenzione del dilettante si rivolga all'antenna per fare in modo che essa raccolga il massimo possibile di energia. Non si tratta già di dare all'aereo delle dimensioni imponenti ma di orientarlo con precisione e isolarlo scrupolosamente con un isolamento dieci volte maggiore che per gli apparecchi a valvole. Le stesse cure vanno portate alla presa di terra la quale sarà estesissima, frazionata e umida. Dall'apparecchio si dovranno eliminare tutte le capacità nocive e così si avrà la possibilità di ricevere a grande distanza.

La galena.

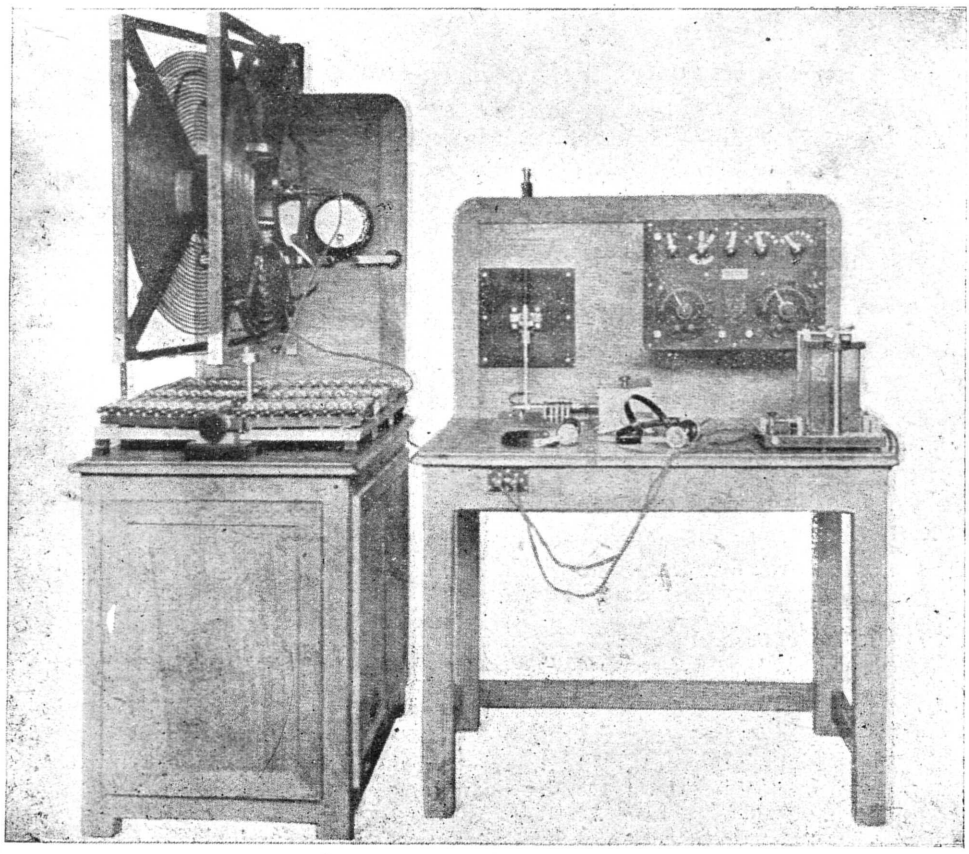
Da tempo è nota la proprietà di certi contatti fra metallo e cristalli di non lasciarsi attraversare dalla corrente che in una sola direzione.

Un contatto di questo genere si può chiamare *conduttore unidirezionale*. La sua funzione è sovente paragonata alla valvola dei pneumatici da bicicletta che permette all'aria di entrare nella camera, e non la lascia più uscire perchè la dovrebbe attraversare in direzione opposta. I cristalli hanno dunque l'azione di valvola. Una cor-

Prezzo L. 1,50 - *Supplemento al N.° 6 (1926)* di "IL GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI" G. Lavagnolo, *direttore-responsabile*



Pilone di una stazione trasmettente, fotografato dal basso in alto, in direzione del suo asse



Stazione radiotelegrafica completa per imbarcazioni

rente alternata, che periodicamente si inverte di direzione, non potrà dunque passare attraverso ad un simile contatto senza che una semi-onda sia completamente eliminata. Così per esempio passeranno tutte le semi-onde positive mentre le negative troveranno un ostacolo insormontabile. Otteniamo così una corrente pulsante, diretta in un solo senso e quindi adattissima ad azionare il microfono ricevitore (fig. 181).

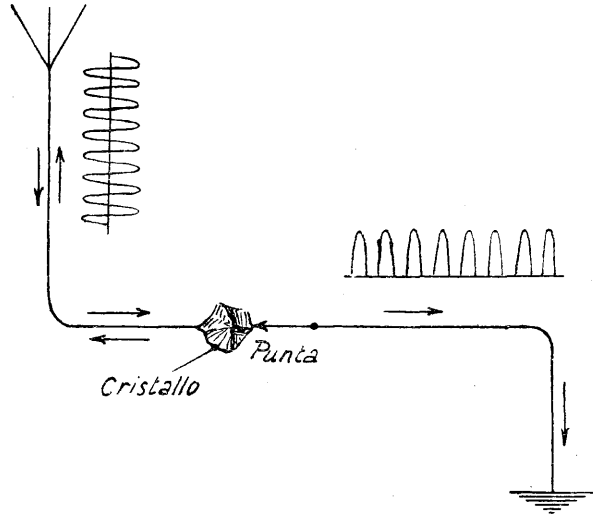


Fig. 181. — Azione rettificatrice o detectrice di un cristallo di galena

Non è solo la galena che gode di questa proprietà, essa è comune a molti altri cristalli, tuttavia si può dire che la galena e la zincite sono quelle che hanno dato migliori risultati.

Per questa sua azione rettificatrice o rivelatrice un simile contatto si chiama detector a cristallo o semplicemente detector.

Ecco alcuni contatti fra i più usati:

Galena — punta di platino o di ottone.

Pirite di rame — filo di rame, oro o platino.

Pirite di ferro — filo di acciaio o di ottone.

Zincite — acciaio o bornite.

Solfuro di piombo — filo di rame, platino, oro.

Solfuro di rame — filo di platino, ecc.

Non è possibile dare indicazioni sicure per selezionare ad occhio diversi campioni e determinare il più sensibile.

Per le galene, come per le piriti vi sono delle varietà di cristalli

assai diverse di aspetto, ma ugualmente rettificatrici, tuttavia si osserva che, in generale, i cristalli chiari e brillanti, ricchi di solfo sono i migliori.

Le galene argentifere di Sardegna a cristalli piccoli e bianchi, non orientati, sono talvolta eccellenti. Siccome si tratta di minerali molto teneri, bisogna impiegare con essi delle punte a contatto leggerissimo ed elastico.

Delle traccie di quarzo in un blocco di galena si possono considerare come segno di una buona sensibilità. Certi pezzi di marcassite chiara sono sensibilissimi e molto duri; essi hanno dato risultati ottimi.

In commercio si trovano anche delle galene sintetiche selezionate.

Il dilettante che non avesse comodità per l'acquisto della galena può fabbricarsi con la spesa di pochi centesimi dei buonissimi cristalli di solfuro di piombo artificiale.

Ecco come si procede: si preparano due volumi uguali di trucioli di piombo tagliati di fresco e ben raschiati e di zolfo finemente polverizzato (quello che i droghieri vendono col nome di fiori di zolfo) si mescolano intimamente i due ingredienti e si introducono in un tubetto di vetro od un provino. Si espongono sulla fiamma di un fornelletto ad alcol sino a portare la massa all'incandescenza: si avvertirà allora un rumore caratteristico che indica l'avvenuta combinazione del metalloide col piombo. Si ritira subito il tubetto, si lascia raffreddare e poi si spezza. In fondo si troverà un cubetto bruno di solfato che a sua volta romperemo e troveremo pieno di minuscoli cristallini bianchi lucentissimi e dotati di ottima proprietà rettificatrici. Hanno però l'inconveniente di essere fragili e di solfatarsi rapidamente all'aria, ma siccome costano pochissimo si potrà rinnovare sovente la provvista.

Uso del cristallo.

Il cristallo, fissato in un bossolo o in una scatoletta, si dispone sotto la punta esploratrice chiamata anche *baffo di gatto* e bisogna anzitutto cercare la zona sensibile scegliendola sulle faccie piane di un cristallo. L'operazione si fa per tentativi ma volendo si potrebbe anche usare un eterodina o un cicalino di prova, come vedremo a suo tempo.

Quando non si usa il ricevitore, il baffo di gatto non deve mai toccare il cristallo ed il circuito sarà sempre interrotto all'avvicinarsi

dei temporali. Dopo un po' di tempo i cristalli si ricoprono di polvere e vanno lavati con leggerezza servendosi di un tampone di ovatta inzuppato nell'alcol a 90° o nell'etere.

Anche il valore della pressione di contatto varia caso per caso, ed anche per due emissioni diverse e per conseguenza non si può dare alcuna regola fissa.

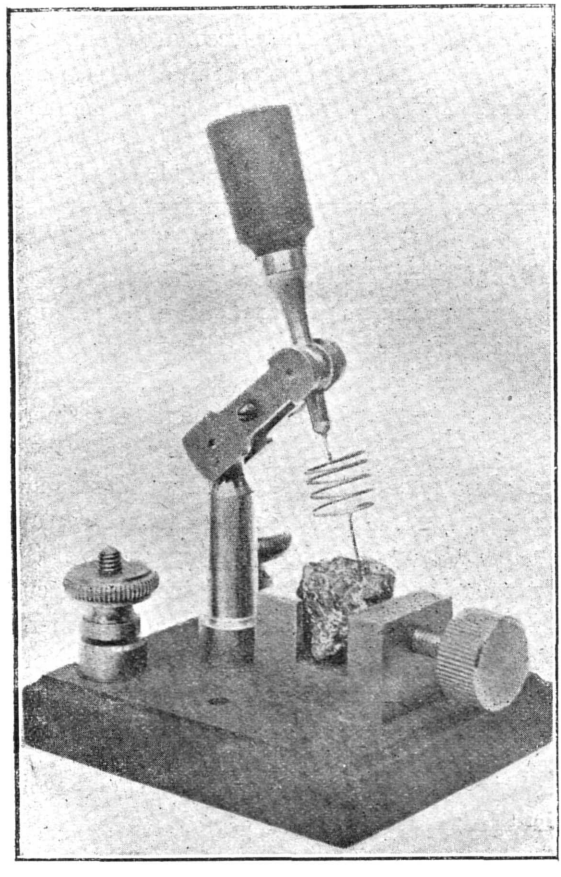


Fig. 182. — Raddrizzatore a cristallo di galena

In generale sulla galena e sul solfuro di piombo il contatto deve appena appoggiare, sulle piriti occorre premere di più. Sulla zincite-bornite occorre una forte pressione.

Cominciamo ora col descrivere una stazioncina a galena di costruzione ultra semplice.

La bobina.

Fabbricarsi un tubo di cartone di 11 cm. di diametro e 25 cm. di lunghezza. A parte si preparano due rondelle di legno ben secco, spesse circa cm. 4, di diametro tale da entrare sforzate nel tubo. Da

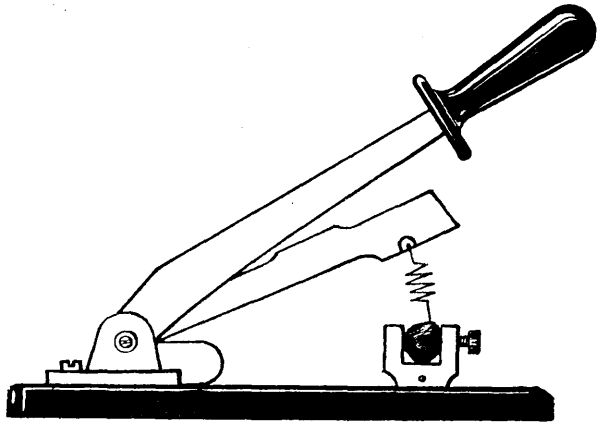


Fig. 183. — Con un semplice interruttore a leva ed un morsetto da pile si può improvvisare un detector

un'assicella di legno ritagliare con la sega due quadratini delle seguenti misure approssimative: lato cm. 15, spessore circa cm. 1,5.

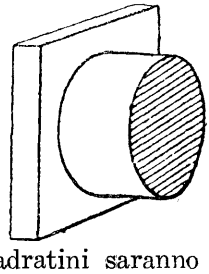


Fig. 184. — Preparazione dei fianchi o guancie della bobina

Questi quadratini saranno incollati sulle rondelle con colla da falegname in modo da ottenere dei pezzi come in figura 184. Spalmare

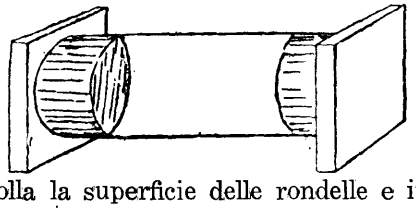


Fig. 185. — La carcassa terminata

poi di colla la superficie delle rondelle e introdurle nel tubo come in figura 185, in cui sporgono solo i quadratini i quali costituiranno i fianchi della bobina.

Avvolgimento.

Non si può avvolgere il filo se non quando il tutto è ben asciutto (due o tre giorni almeno). Per l'avvolgimento occorre circa ½ kg. di filo di rame isolato a smalto, di 6 decimi di diametro. Se ne avvolgerà uno strato su tutta la lunghezza del tubo tenendo il filo ben teso e disponendo accuratamente le spire strette e regolari. Nel vedere la bobina terminata si direbbe trattarsi di un enorme rocchetto di Ruhmkorff avvolto con chilometri di filo, mentre invece non ne abbiamo che un sottile strato superficiale.

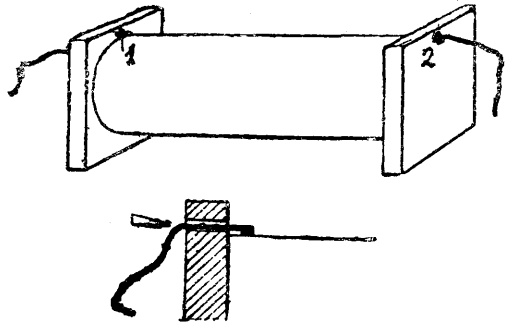


Fig. 186. – Inizio e fine dell'avvolgimento

Prima di iniziare l'avvolgimento bisogna forare le tavolette laterali in 1 e 2, proprio a livello del tubo di cartone. Introdurre il filo di rame in 1, lasciandone fuori circa mezzo metro e fissarlo con un piccolo cuneo di legno perchè non si muova, poi si può cominciare ad avvolgere. Terminato l'avvolgimento si farà passare nel foro 2 il tratto di filo che rimane fissandovelo con un'altro cuneo e lasciandone sporgere fuori circa mezzo metro.

Il cursore.

Provvedersi di una sbarretta di ottone di 28 cm. di lunghezza e di 7 od 8 mm. di lato, munita di cursore (fig. 186). In mancanza di un cursore apposito si potrà utilizzare un morsetto o qualcosa di simile, sotto il cursore si disporrà una molla M la quale deve fare un buon contatto con la bobina.

Provare se il cursore scorre bene ed eventualmente ritoccare la sbarretta con la tela-smeriglio, poi dare un tratto di sega sugli angoli

superiori dei fianchi della bobina, forare la sbarretta in corrispondenza ed avvitarla con due viti.

Ora bisogna spelare la bobina lungo tutto il tratto toccato dalla molla del cursore. Poichè si deve solo togliere un po' di smalto, ba-

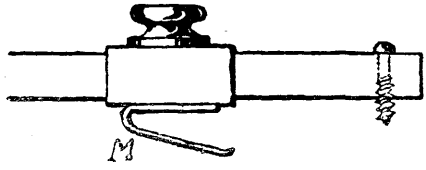


Fig. 187. — Il cursore e la sua guida

sterà mettere un pezzo di tela-smeriglio sotto la molla del cursore e imprimergli alcune corse di va e vieni.

Per ottenere un lavoro più elegante si può togliere la sbarretta del cursore e raschiare con un temperino proteggendo con una maschera qualunque la parte da non intaccare. La bobina così terminata ha l'aspetto della figura 188.

Il condensatore.

A rigore quest'organo non è strettamente indispensabile, ma siccome in certi casi migliora molto l'audizione, così converrà usarlo. Non è difficile costruire un condensatore fisso, ma siccome ne usiamo uno solo ed in commercio costa 2 lire al massimo, così converrà senz'altro acquistarlo. La sua capacità non deve essere molto grande, da 1 a 3 millesimi di microfarad al massimo, altrimenti la ricezione diventa troppo attenuata e soffocata.

Montaggio.

Ci serviremo di una tavoletta di legno ben secco, noce, quercia, ecc. delle dimensioni di cm. 30 × 35 circa e vi avviteremo la bobina, il condensatore e i quattro morsetti, come è indicato in figura 188. Il filo che esce dall'estremità 1 della bobina è unito al morsetto antenna, poi a uno dei morsetti della cuffia o telefono. Il filo che esce dall'estremità 2 della bobina è unito direttamente ad uno dei morsetti del detector o rivelatore D. Un filo attaccato al cursore è unito al morsetto che è in comunicazione con la presa di terra.

Anzichè fare le connessioni esterne come in figura, converrà farle *sotto* la tavoletta: quattro piedini inchiodati sotto ogni angolo servi-

ranno poi a tenerla sollevata. Prima di usare l'apparecchio bisogna raschiare od avvivare con della tela-smeriglio i capi dei fili che

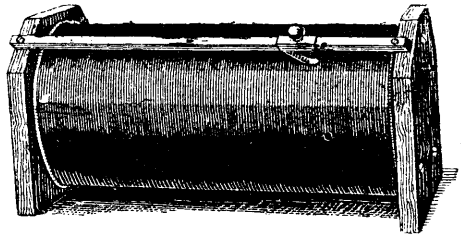


Fig. 188. — La bobina terminata

vanno a tutti i morsetti: quel leggiero strato di ossido che ricopre di patina scura il rame lascia passare male la corrente, cioè presenta

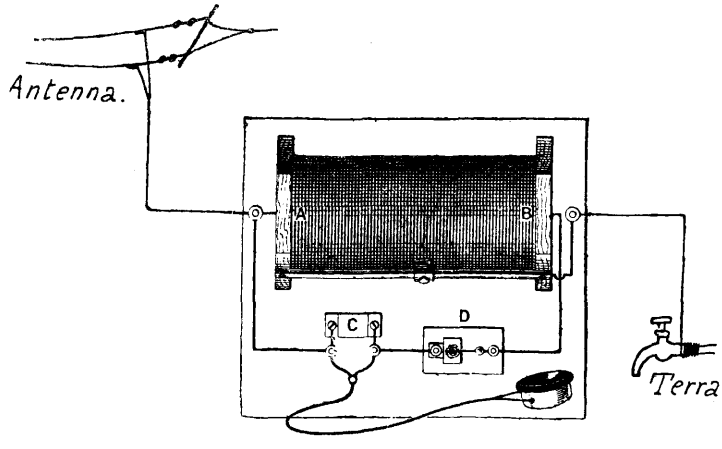


Fig. 189. — L'impianto completo

una certa resistenza che è meglio eliminare. I morsetti del detector si possono anche invertire e si proverà, adottando poi la posizione che ha dato miglior risultato.

Regolazione.

Affinchè sia possibile la ricezione bisogna realizzare le seguenti condizioni:

1. - trovare un punto sensibile sulla galena;

2. - trovare la posizione esatta del cursore sulla bobina che corrisponde alla emissione che si vuol sentire.

Per trovare il punto sensibile della galena si può provare con un cicalino, un eterodino o qualsiasi altra emissione locale. Non disponendo di questi mezzi basterà un po' di pazienza e manovrando metodicamente la punta del detector e il cursore si troverà lo stesso la stazione.

Una volta trovata la posizione giusta del cursore, si farà un segno di riferimento sulla tavoletta e, se non si cambia l'antenna, si ritroverà sempre la stessa stazione su quel punto. Così ogni sera si dovrà fare solo più la ricerca del punto sensibile della galena. Vi è un'unica avvertenza: badare che la molla del cursore eserciti sempre una pressione *energica* sulla bobina. Viceversa il baffo di gatto deve premere con molta leggerezza sulla galena. Con una buona antenna e con questo apparecchio si sono sentiti benissimo i radio-concerti di Roma a 20 km. di distanza.

I circuiti a galena.

Prima di iniziare la descrizione dei singoli schemi converrà dire qualcosa sui tre tipi principali di circuiti vale a dire sul montaggio *diretto,* sull'*Oudin* e sul *Tesla.*

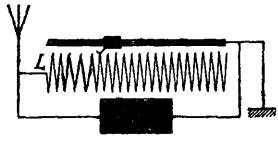


Fig. 190. — Circuito per ricezione *diretta* su galena

Il montaggio più semplice è senza dubbio il *diretto* (fig. 190) in cui vediamo una self L col suo cursore e col suo detector, dispositivo

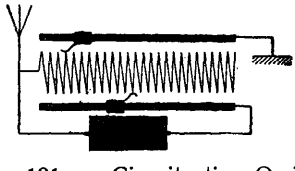


Fig. 191. — Circuito tipo Oudin detto anche ad autotrasformatore

di semplicissima costruzione e di regolazione ancora più semplice. L'inconveniente principale di un simile circuito è pure evidente: qualunque sia la posizione del cursore è sempre lo stesso avvolgi-

mento che si mette in serie con l'aereo e col circuito di ricezione, sarà quindi impossibile variare l'accoppiamento fra i due circuiti e realizzare una buona sintonia. Cioè l'apparecchio è tutto accordato in blocco sull'onda da ricevere e non abbiamo accordi particolari fra i diversi circuiti.

Migliore è il circuito tipo Oudin detto anche ad autotrasformatore (fig. 191) in cui abbiamo sempre una sola bobina, ma con due cursori. Così l'avvolgimento della bobina si trova sempre diviso in

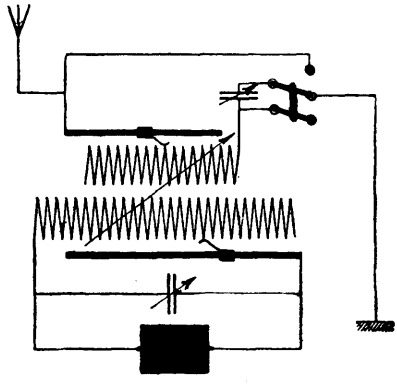


Fig. 192. — Circuito in Tesla
detto anche indiretto

due parti dai due cursori, qualunque siano le posizioni rispettive di essi. Evidentemente queste due posizioni di avvolgimento possono comprendere entrambe un numero variabile di spire. Una di queste due porzioni di bobina la chiameremo *Primario* e sarà in serie con l'antenna, l'altra la chiameremo *Secondario* e sarà in serie sul circuito del *detector*. L'inconveniente di un simile circuito è di avere quello che si dice un accoppiamento molto stretto, perchè gli avvolgimenti hanno una parte in comune. Infatti se il primario agisce sul secondario, non vi è nulla che impedisca al secondario di reagire a sua volta sul primario, così da rendere impossibile un buon accordo. Circuito quindi scarsamente selettivo, che può dare buoni risultati ove esiste una sola trasmittente locale ma che confonde facilmente due stazioni che trasmettano assieme.

Nel circuito tipo Tesla abbiamo invece due bobine separate, che permettono di variare a piacimento il grado di accoppiamento. La realizzazione si può fare in diversi modi: una bobina primaria che scorre in una secondaria, un variometro, ecc. La figura 192 mostra

I CIRCUITI A GALENA

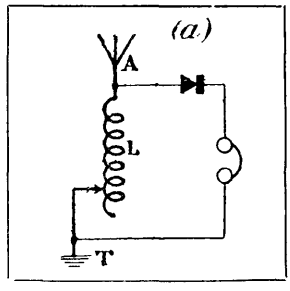


Fig. 193

a) Il più semplice dei circuiti il quale evidentemente ha il difetto di essere smorzato, quindi affatto selettivo. Serve per la ricezione delle onde fra 200 e 2.600 metri. Si compone di una bobina ad un cursore formata da 300 spire di filo di rame di 6/10 isolato a smalto, avvolte su un tubo di cartone del diametro di 10 cm. e 25 cm. di lunghezza.

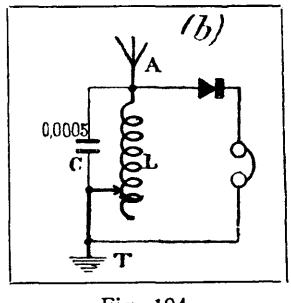


Fig. 194

b) Medesimo circuito che nel caso precedente ma per onde da 400 a 3.000 metri. La bobina è molto più corta e cioè cm. 9 di diametro per 15 cm. di lunghezza. Avvolgimento fatto con 200 spire di filo smaltato di 6/10.

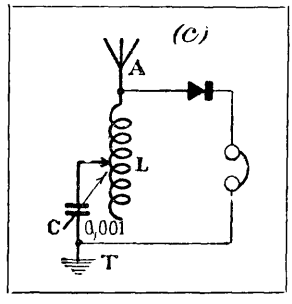


Fig. 195

c) E' sempre lo stesso circuito ma modificato per la ricezione di onde corte (da 200 a 700 metri). La bobina a cursore porta solo più 100 spire di 6/10.

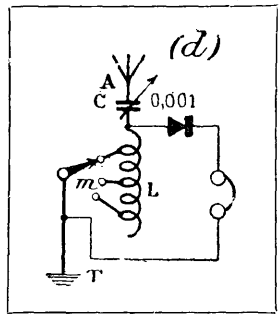


Fig. 196

d) Circuito smorzato in cui si può usare tanto una bobina lunga ad un cursore quanto 6 bobine a fondo di paniere da 50 spire montate in serie. In quest'ultimo caso bisogna che gli avvolgimenti siano disposti nello stesso senso ed impilati uno sopra l'altro con prese alle spire, 50ª, 200ª e 300ª (onde di 400, 1800 e 2600 metri). Circuito particolarmente adatto per ricevere la trasmettente radiotelefonica locale.

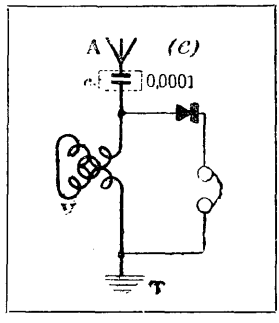


Fig. 197

e) Circuito smorzato per onde da 250 a 350 metri. Il variometro V si compone semplicemente di due bobine a fondo di paniere da 40 a 50 spire di filo di 5/10. Il condensatore fisso *c*, di debolissima capacità, serve a facilitare l'accordo del circuito sui diversi tipi di antenna.

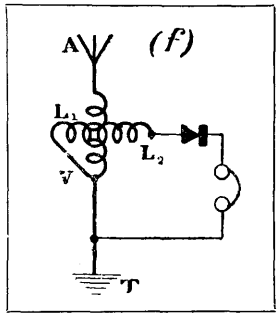


Fig. 198

f) E' il circuito precedente il quale è reso meno smorzato grazie all'inserzione del complesso detector-cuffia sui morsetti della bobina mobile a fondo di paniere.

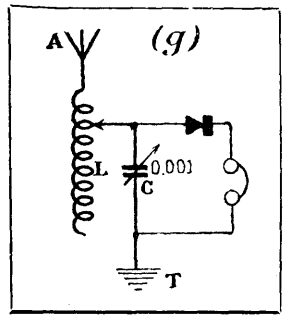


Fig. 199

g) Questo circuito si può già chiamare semi-selettivo e fornisce una ricezione molto pura delle onde fra 200 e 2.600 metri. Volendo aumentare la selettività si farà l'accordo prendendo una forte porzione della self L ed una minima capacità del condensatore C.

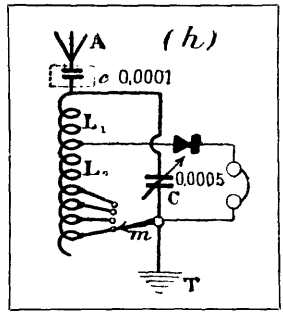


Fig. 200

h) Il circuito semi-selettivo per onde lunghe: 600 ÷ 2.800 metri con bobina di 9 cm. di diametro (200 spire di filo di 6/10); si farà una presa fissa all' 80ª spira e prese variabili alle spire 160ª, 175ª, 185ª e 200ª).

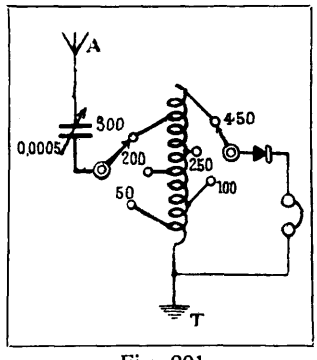


Fig. 201

i) Circuito per antenna lunga di discreta capacità con bobina di 300 spire di filo smaltato di 6/10 oppure bobina a nido d'api frazionata di 400 spire. Il condensatore variabile C accorda l'antenna su 300 ÷ 500 metri (presa 50 spire) oppure su 1600 ÷ 1800 metri (presa di 200 spire) oppure di 2500 ÷ 2700 metri circa (presa di 300 spire). Il secondario è aperiodico cioè non entra in risonanza; le prese di 100, 250, 400 spire corrispondono, nell'ordine, alle regolazioni precedenti. E' questo il tipo classico di circuito chiamato Oudin.

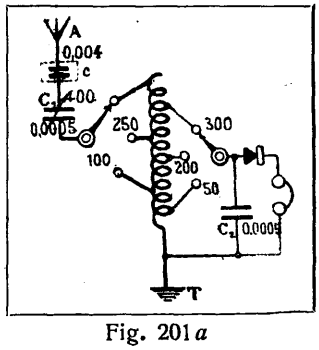


Fig. 201 *a*

Circuito Oudin analogo al precedente ma per antenna di piccola capacità (antenna esterna da balcone, impianto luce, canalizzazione del gas, impianto di campanelli elettrici, ecc.). Si compone di una bobina a nido d'api frazionata di 400 spire. Con il condensatore fisso C si ottengono approssimativamente i seguenti accordi: presa di 50 spire = 450 metri, presa di 200 spire = 1800 metri, presa di 300 spire = 2600 metri di lunghezza d'onda. Il condensatore *c* si usa solo nel caso di utilizzazione dell'impianto luce.

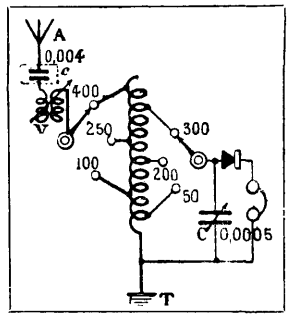


Fig. 201 *b*

Circuito Oudin per antenna cortissima con bobina a nido d'api frazionata o fondo di paniere (400 spire). Il variometro V (costituito da due bobine a fondo di paniere di 40 ÷ 50 spire) accorda l'antenna nel modo seguente: presa di 100 spire = 400 ÷ 500 metri, presa di 250 spire = 1600 ÷ 2000 metri, presa di 400 spire = 2500 ÷ 2700 metri di lunghezza d'onda. Il condensatore variabile C accorda il secondario sulle stesse lunghezze d'onda per le prese successive di 50, 200, 300 spire.

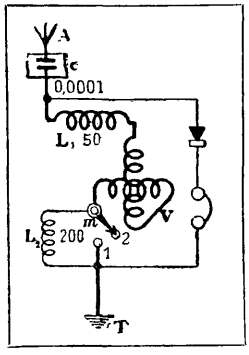


Fig. 202

l) Circuito diretto a variometro e self d'antenna per onde da 300 a 600 metri circa. Il variometro V è formato da due fondi di paniere da 40 a 50 spire di filo di 5/10, mobili concentricamente o separate da un foglio di cartone e scorrenti a piatto l'una sull'altra. La self L può essere formata da una bobina di cm. 7,5 di diametro e 50 spire di filo smaltato di 6/10 oppure da un fondo di paniere di 50 spire. La self L_2 è messa in circuito dalla leva *m*, è una bobina a nido d'api di 200 spire oppure è formata da una bobina di filo di 3/10 in seta avvolto compatto su una bobina formata da due guancie di cartone di 6 cm. di diametro, separate da un disco centrale di 3 cm. di diametro per 3 mm. di spessore. Per ricevere delle onde di 2600 metri ed oltre, attaccare fra l'entrata e l'uscita del variometro un condensatore fisso di 0,00025 ÷ 0,001 MF. Se invece dell'antenna si vuole utilizzare l'impianto luce come collettore si dovrà inserire fra i fili di luce e l'apparecchio un condensatore fisso *c* di 0,0001 MF.

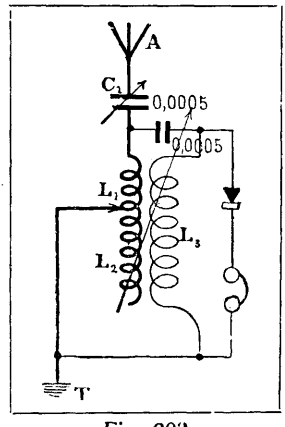


Fig. 203

m) Circuito sensibilissimo per ricezione a grande distanza. Mentre i circuiti precedenti sono a montaggio diretto, detto anche Oudin, questo circuito costituisce invece un misto fra l'Oudin e il Tesla.

Si usa su antenna monofilare di 40 metri, alta almeno 12 metri dal suolo. La self di antenna L_1 L_2 e la self di reazione L_3 sono costituite da bobine a nido d'api intercambiabili ed accoppiate. Ciascuna di esse avrà 50 spire (per onde da 300 a 600 metri) 150 spire (onde da 1500 a 1800 metri) e 400 spire (onde da 2500 a 2800 metri).

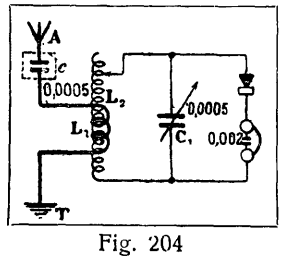


Fig. 204

n) Tutti i circuiti che ora descriveremo sono di tipo Tesla o indiretti.

L'apparecchio tipo *n* è formato da un circuito a primario aperiodico per onde da 250 a 700 metri. La self secondaria L_2 è una bobina di cm. 7,5 di diametro con 80 spire di filo di 5/10 isolate in cotone. La self L_1 ha solo 8 spire di filo di 10/10 con due strati di cotone, avvolte attorno alle spire centrali della self L_2. Il condensatore *c* si usa solo nel caso di utilizzazione dell'impianto luce come antenna, esso serve cioè da *sicurezza*.

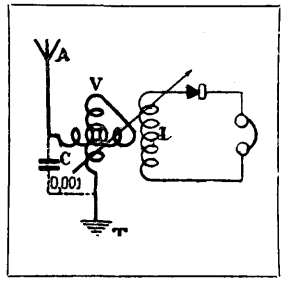


Fig. 205

o) Circuito selettivo per onde da 350 a 500 metri (con secondario aperiodico). Il variometro V si compone solo di due bobine a fondo di paniere di 50 spire ciascuna con filo di 5/10. La self secondaria L è una bobina a fondo di paniere di 50 spire accoppiate con la galetta fissa del variometro. Il condensatore *c* si inserisce sui morsetti del variometro solo quando si usi un'antenna cortissima.

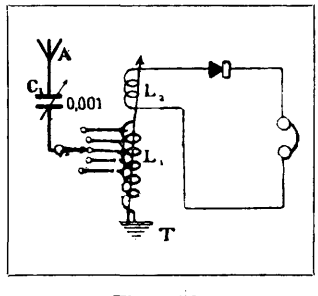


Fig. 206

p) Circuito in Tesla selettivo a secondario aperiodico (onde da 350 a 500 metri). La self L_1 è fatta con sessanta spire di filo di 6/10 avvolte su un tubo di cartone di cm. 7,5 di diametro con presa ogni 5 spire a partire dalla quarantesima. La self L_2 è di cinquanta spire di filo di 5/10 e si avvolge di seguito sullo stesso tubo, con un intervallo di 2 cm. Desiderando avere il circuito ad accoppiamento più variabile la self L_2 si farà con 65 spire di 5/10 su un tubo di 6 centimetri di diametro mobile all'interno della self L_1.

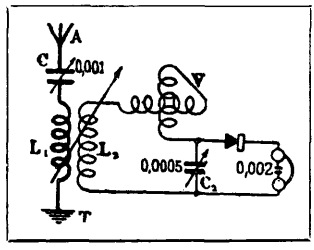


Fig. 207

q) Circuito in Tesla con condensatore primario in serie, da usarsi su antenne lunghe e per onde da 350 a 700 metri. Le self L_1 ed L_2 sono formate da bobine a nido d'api da 50 spire mentre il variometro si compone di due bobine a fondo di paniere da 40 spire.

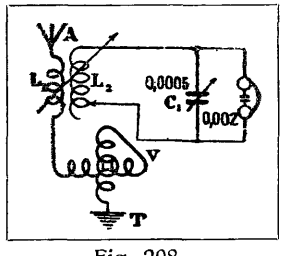


Fig. 208

r) Circuito in Tesla per onde da 300 a 600 metri e per antenna corta. Le self L_1 ed L_2 sono delle bobine a nido d'api di 50 spire ed il variometro V è formato da due bobine a fondo di paniere di quaranta spire.

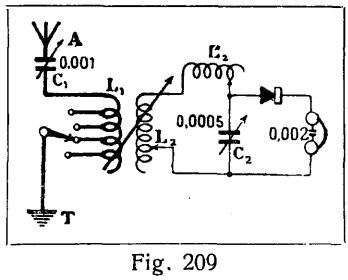


Fig. 209

s) Circuito ultra-selettivo in Tesla per onde da 250 a 700 metri. La self L_1 è di sessanta spire di filo di 6/10 avvolte su un tubo di cartone di 10 cm. di diametro con prese alle spire 25, 30, 40, 50 e 60ª. Le self L_1 ed L_2 sono formate ciascuna da 50 spire di filo di 5/10 avvolto su tubo di cm. 7,5 con presa ad ogni 10 spire.

un circuito Tesla o indiretto in cui per chiarezza le bobine sono rappresentate separate, ma la freccia indica che se ne può variare il grado di accoppiamento, cioè si possono orientare in modo da agire più o meno l'una sull'altra. La regolazione si ottiene così per rotazione di una bobina rispetto all'altra o per avvicinamento od allontanamento di una di esse secondo l'asse comune. L'accoppiamento fra i due circuiti si dice *stretto* quando quasi tutto il flusso generato dal primario passa nel secondario e dicesi *lasco* quando solo una piccola parte del flusso dovuto al primario va ad agire sul secondario. Il circuito Tesla è il più usato e si applica anche agli apparecchi a valvole, esso consente una grande selettività cioè permette di ricevere una stazione escludendo le altre, senza contare che essendo più preciso l'accordo su quella data lunghezza d'onda l'audizione sarà più intensa.

***

Poichè il dilettante ha sempre il desiderio di modificare e di provare i diversi circuiti descriviamo ora un apparecchio a combinazioni che permette di passare istantaneamente da uno all'altro (fig. 210).

Le self L, L_1, L_2 sono *tutte* bobinate su un solo strato su una carcassa di supporto leggierissima, ad esempio un tubo di cartone

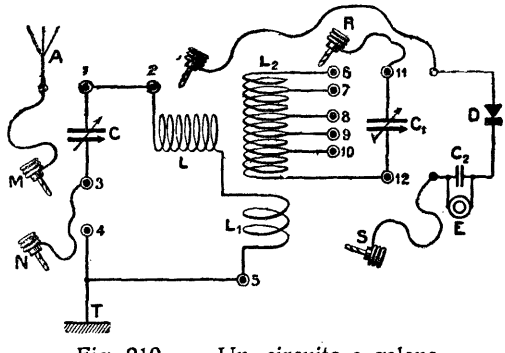


Fig. 210. — Un circuito a galena che si presta a svariate combinazioni

laccato con fenditure longitudinali. Per l'avvolgimento si può usare del filo da 5 a 8 decimi isolato da due strati di cotone e non verniciato, nè laccato, nè paraffinato.

La self L serve ad ottenere un complemento di accordo ed è indi-

pendente dalle self L_1 ed L_2 e disposta ad angolo retto all'insieme di esse. Lo scopo a cui si tende con questa disposizione è di aumentare selettività dell'apparecchio. Le self L_1 ed L_2 ad accoppiamento fisso e stretto si avvolgono sulla stessa carcassa, cioè L_2 rappresenta la bobina secondaria di accordo. Essa porta un numero variabile di prese disposte in progressione aritmetica come indicato in figura. I condensatori variabili C e C_1 sono da un millesimo a mezzo millesimo di MFD, mentre C_2 sarà di 2 millesimi. Tuttavia la capacità ottima da assegnare a C_2 varia leggiermente a seconda della resistenza della cuffia E che si vuol utilizzare.

Il pannello dell'apparecchio deve essere di ebonite o bakelite perchè in questo circuito si richiede un'isolamento scrupoloso.

Le diverse combinazioni si ottengono spostando le spine di contatto MNPRS mentre 1, 2, 3, 4, 5, ecc. rappresentano gli attacchi femmina in cui si potranno impegnare le spire.

La seguente tabella indica il numero delle spire delle self da usare, le quali saranno bobinate su una carcassa di 8 cm. di diametro.

Lungezza d'onda	L	L_1	L_2 (totale)
200 - 300	15	5	25
300 - 600	30	10	50
600 - 1500	60	20	100
1500 - 3000	75	25	175

Ecco ora le diverse combinazioni che si possono ottenere:

1° Ricezione in *diretto*: da usarsi solo in vicinanza delle trasmittenti e quando non vi siano altre stazioni da eliminare: si fanno le connessioni M_3, P_2, S_5.

Per ricevere le onde medie, sempre in diretto, si farà: M_1 M_4, P_2 ed S_5.

In entrambi i casi il circuito L_2 C_1 ottenuto connettendo R ad una delle prese 6, 7, ecc. potrà essere utilizzato come circuito di misura o come circuito di eliminazione per assorbimento.

2° Ricezione per induzione, molto più selettiva: si ottiene facilmente facendo le seguenti connessioni:

Per onde corte unire M_3 al circuito primario e P_{11}, S_{12}, R_{10} 9, 8 ecc. al circuito secondario.

Per onde medie si farà M_1 e N_4 al primario e le combinazioni ora indicate per il secondario.

L'apparecchio è di facile realizzazione e di uso abbastanza semplice per coloro che già hanno usato qualche circuito a galena.

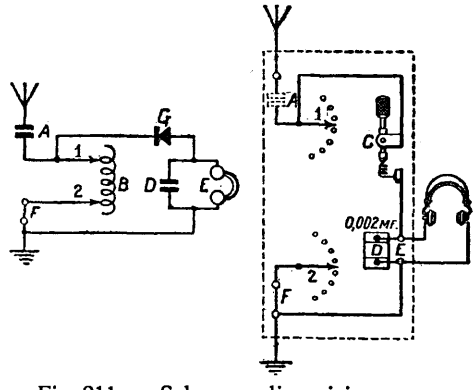


Fig. 211. — Schema e disposizione pratica dei pezzi in un circuito a galena

Diamo ora alcuni esempi sul modo di disporre i circuiti sul pannello e prendiamo per esempio il circuito semplicissimo della figura 211 che a sinistra rappresenta lo schema elettrico ed a destra

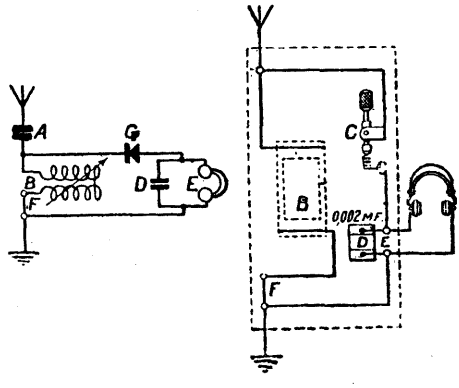


Fig. 212. — Schema e disposizione pratica dei pezzi in un circuito a galena e con variometro

la disposizione pratica dei vari pezzi che lo compongono. In A abbiamo il condensatore d'aereo (circa 1 millesimo di MFD) in B la bobine unica con due prese variabili 1 e 2, in G la galena, in D un condensatore per la cuffia. La cuffia avrà una resistenza da 2000 a 4000 ohm.

La figura 212 mostra un circuito in cui troviamo un variometro B. Per ricevere onde lunghe si può aggiungere in F una seconda bobina e normalmente i morsetti di F sono tenuti in corto circuito da un ponticello di filo di rame.

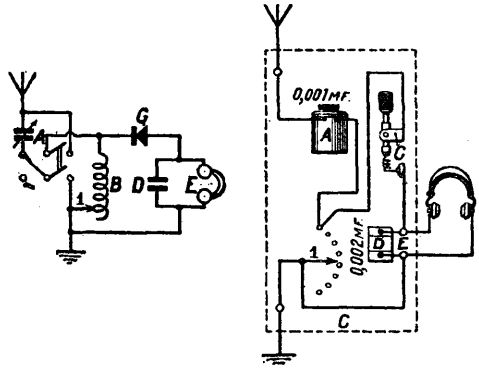


Fig. 213. — Schema e disposizione pratica dei pezzi in un circuito con condensatore variabile

La figura 213 mostra un apparecchio con prese diverse ed un condensatore variabile in A. Un commutatore permette di unire il

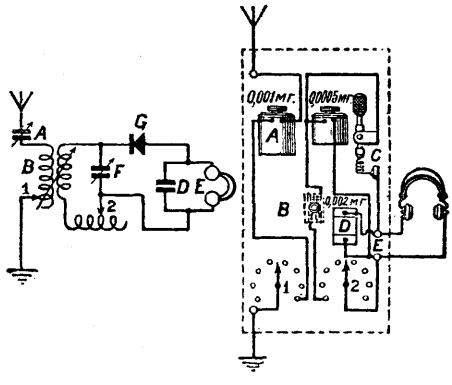


Fig. 214. — Schema e disposizione pratica dei pezzi in un circuito Tesla con 2 condensatori variabili e variometro

condensatore in serie od in parallelo per le onde corte o lunghe. Nello schema pratico che si trova di fianco il commutatore non è rappresentato per semplicità.

La figura 214 mostra la disposizione dei pezzi in un apparecchio in Tesla con due condensatori variabili e variometro, i diversi valori sono indicati di fianco ai pezzi.

Con questa serie di schemi abbiamo esaurito la parte che riguarda gli apparecchi a galena, ancora poco usati in Italia ma indubbiamente destinati ad un sicuro sviluppo con l'aumentare del numero delle trasmettenti. Difetto della galena è di non consentire amplificazione e perciò non si possono usare gli altoparlanti che per funzionare richiedono delle correnti abbastanza intense. Vedremo poi gli schemi misti cioè deteczione su galena seguita da amplificazione su una o due valvole. E' bene però dire subito che una valvola aggiunta in bassa frequenza dopo la galena non consente un aumento di *portata,* cioè non consente di captare stazioni più distanti, ma consente semplicemente una eccellente amplificazione delle ricezioni che già si ricevono debolmente. Non mancano da noi i *galenosi* cioè gli appassionati della galena, che a nessun conto vorrebbero usare le valvole, perchè la galena è incomparabilmente più pura, e su questo bisogna dar loro ragione.

GLI APPARECCHI A ZINCITE

L'arco cantante.

Per comprendere bene il funzionamento di un apparecchio a zincite è necessario prima di parlare delle trasmittenti ad arco cantante od arco Paulsen ancora oggi adoperate per la trasmissione.

Supponiamo di formare il circuito della figura 215. Si tratta di una bobina di self L, di una capacità C e di un arco collegato in

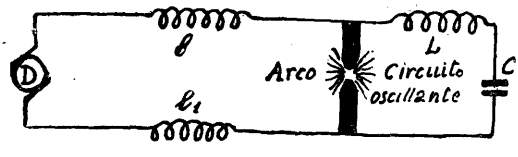


Fig. 215. — L'arco di Paulsen od arco cantante

derivazione sul circuito oscillante. Il circuito dell'arco comprende due bobine di self l ed l_1 ed è alimentato dalla dinamo D.

Non sarà inutile ricordare come nasce un arco: se due carboni di storta sono avvicinati a pochi millimetri di distanza e se fra di essi si mantiene una tensione o differenza di potenziale in corrente continua di almeno una settantina di volt, le punte diventano incan-

descenti e delle particelle di carbone volatilizzano rendendo conduttore lo spazio di aria che le separa. Sprizza così un arco, cioè la corrente riesce ad attraversare lo strato d'aria diventato semi-conduttore e siccome in questo tratto abbiamo una fortissima resistenza, avremo sviluppo di luce e di calore.

Vedremo ora come un arco a corrente continua ci permetta di generare delle correnti alternate senza alternatori.

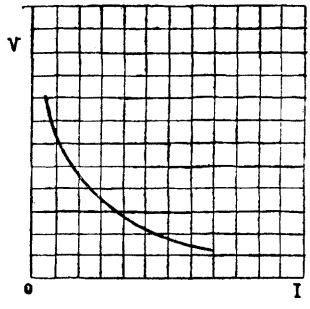


Fig. 216. — In un circuito a resistenza negativa più aumenta l'intensità della corrente e più la tensione diminuisce

Infatti la corrente nell'arco ha sempre lo stesso senso, ma la sua ampiezza può variare. Si è constatato che quando l'intensità nell'arco I aumenta, la tensione V ai morsetti dell'arco diminuisce. Il fatto è rappresentato graficamente dalla figura 216. E' precisamente l'opposto di ciò che avviene in tutti i circuiti dotati di semplice resistenza ed è per questa ragione che si dice che l'arco costituisce una

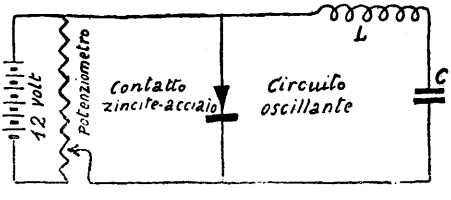


Fig. 217. — Circuito oscillante a cristallo di zincite

« resistenza negativa ». Senza analizzare il funzionamento di questo circuito si può dire che regolando l'intervallo fra i carboni si giunge a far « cantare » l'arco, cioè ad ottenere un suono continuo e musicale.

Questo arco è detto cantante appunto per questo fenomeno acustico a cui esso dà origine.

In quell'istante le costanti del circuito in derivazione sull'arco sono tali che vi è « risonanza ». Cioè l'arco risulta alimentato da correnti ad intensità periodicamente variabile, le quali fanno vibrare la fiamma e producono il noto fenomeno di risonanza.

La frequenza delle correnti ottenute è rilevante e naturalmente varia con la lunghezza d'onda che si vuol ottenere. Supponendo una lunghezza d'onda di 200 metri, la frequenza dell'arco cantante sarà di:

$$\frac{\text{Velocità della luce}}{\text{Lunghezza d'onda}} = \frac{300.000.000}{200} = 1.500.000 \text{ periodi!}$$

In pratica uno degli elettrodi dell'arco (negativo o catodo) è di carbonio) e l'altro (positivo o anodo) è di tubo di rame raffreddato con circolazione d'acqua. Molte stazioni importanti sono ancora munite di arco, citeremo Coltano, torre Eiffel, La Doua (Lione), Croce d'Hins (Bordeaux) ecc.

In pratica una trasmettente ad arco è disposta in modo che l'arco scocchi in un ambiente saturo di vapori d'alcool e fra i poli di un potente elettromagnete. I vapori di alcool favoriscono la rapida riaccensione e il flusso dell' elettromagnete favorisce il rapido spegnimento, così da rendere più rapide le scariche, cioè aumentando la frequenza.

Sostituendo l'arco con un contatto metallo-zincite si possono pure generare oscillazioni persistenti.

La zincite e i circuiti cristadina.

La scoperta della curiosa proprietà della zincite è dovuta all'ingegnere russo Lossev direttore del laboratorio Sovietico di Radioelettricità di Nijni-Novgorod.

La zincite non è che ossido naturale di zinco e si trova in America sotto forma di cristalli di color rosso-arancio di forma esagonale. I dilettanti hanno ora delle grandi speranze su questo cristallo il cui comportamento lascia sperare la sua rapida sostituzione alle costose valvole.

Sostituiamo l'arco della figura precendente con un contatto zincite-metallo (fig. 217) ed alimentiamo il circuito non più con una dinamo, ma con una batteria di pile a secco di 10 a 12 volt (con certi cristalli bisogna salire a 30 volt).

Si può facilmente constatatre che, per un certo valore del poten-

ziale delle pile, nascono delle oscillazioni elettriche nel circuito L C.

Il principio è lo stesso che per l'arco: se tracciamo la curva delle intensità in funzione delle tensioni si ottiene un andamento come quello della figura 216, cioè anche questo contatto funziona da resistenza negativa.

Ricordiamo che in un comune circuito a resistenza ohmica o positiva abbiamo un andamento opposto, cioè la curva è ascendente.

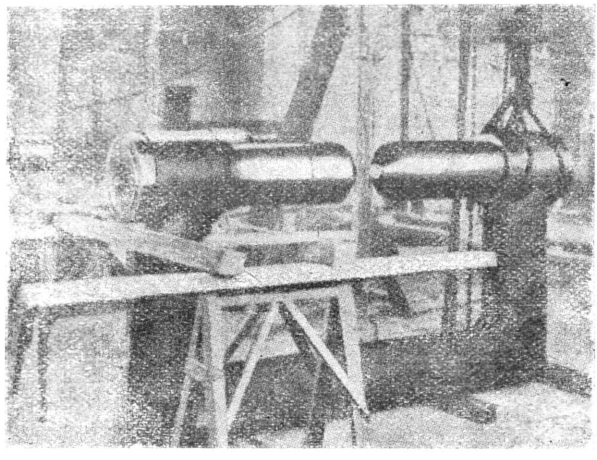


Fig. 218. — Carcassa del circuito magnetico dell'arco della stazione ultrapotente di La Doua

In altre parole l'intensità della corrente è tanto più grande quanto più la tensione è elevata.

Un arco o un contatto zincite-metallo introdotto in un circuito ha dunque l'effetto di ridurre la resistenza positiva del circuito e possiamo ridurla sino al punto di diventare zero. Se poi la resistenza negativa introdotta è superiore a quella positiva il circuito produce delle onde persistenti.

Fra i diversi metalli impiegati per il contatto, il migliore si è dimostrato l'acciaio.

Ricapitolando: variando il potenziale della batteria di pile a secco si modifica la resistenza negativa del contatto acciaio-zincite. Se questa resistenza è regolata in modo da essere superiore alla resistenza positiva del circuito oscillante si giunge a generare delle onde la cui lunghezza dipende dalle caratteristiche del circuito oscillante. Accoppiando questo circuito oscillante con un'antenna si possono inviare

delle onde nello spazio, cioè otteniamo una piccola trasmittente della portata di un paio di chilometri al massimo.

Questo prezioso cristallo non serve solo ad emettere dei segnali, ma può servire anche per « amplificare » quelli ricevuti.

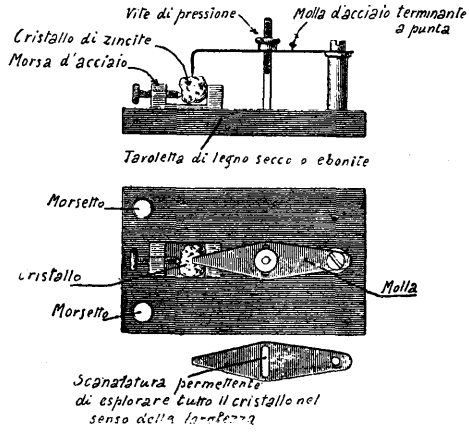


Fig. 219. — Detector a zincite

Supponiamo di utilizzare il circuito oscillante come ricevitore: facendo variare il potenziale della batteria per mezzo del potenziometro possiamo regolare la resistenza negativa del contatto in modo da renderla « appena » inferiore alla resistenza positiva del circuito

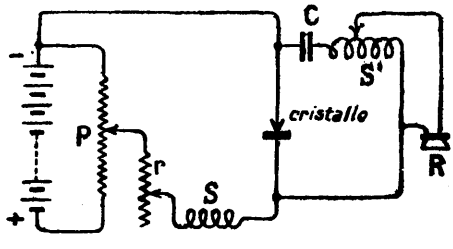


Fig. 220. — Generatore di onde persistenti con cristallo di zincite

oscillante. Così ridurremo quasi a zero la resistenza opposta al passaggio dei segnali; per conseguenza li riceveremo molto più intensamente. Questa è la funzione amplificatrice del cristallo. Poichè i cristalli di zincite si trovano ora da tutti i rivenditori di accessori di T. S. F., non mancheranno i Lettori che vorranno tentare qualche esperimento.

A questo proposito saranno utili alcuni consigli.

I primi esperimentatori usavano la zincite come la galena, cioè con la punta metallica esploratrice o baffo di gatto. Questo è un errore perchè con la zincite occorre un contatto a energica pressione, converrà quindi costruirsi un supporto come è indicato nella figura 219.

La figura 220 mostra un generatore di onde persistenti che si può

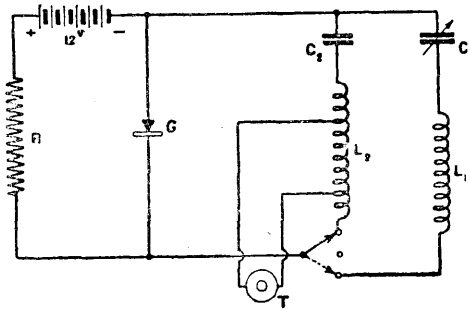


Fig. 221. — Altro tipo di eterodina a zincite

costruire con poca spesa. Si userà una tensione di circa 12 volt fornita da una batteria di pile con potenziometro per la regolazione.

Variando il valore della self S_1 e della capacità C si può udire un suono musicale nel ricevitore telefonico R.

La frequenza delle onde prodotte può variare entro limiti molto estesi (onde da 25 a 200 metri circa). Gli elementi che compongono il circuito sono i seguenti: cristallo di zincite con punta di acciaio,

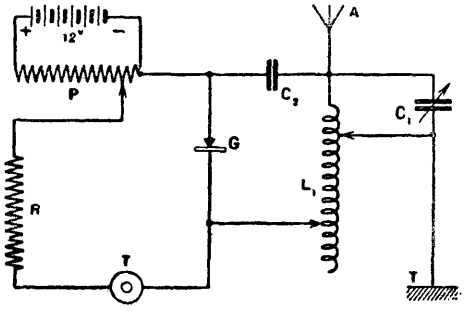


Fig. 222. — Ricevitore a zincite

resistenza variabile r = 1000 ohm circa; self S = 0,2 henry; condensatore C variabile fra 0,2 e 0,25 microfarad, S^1 = 0,1 henry.

Un'altro generatore di onde persistenti (che, come vedremo, si chiama pure eterodina) è rappresentato in figura 221.

ALFABETO TELEGRAFICO MORSE

usato per le comunicazioni fra dilettanti

A . —	G — — .	O — — —	U . . —
B — . . .	H	P . — — .	V . . . —
C — . — .	I . .	Q — — . —	W . — —
D — . .	L . — . .	R . — .	X — . . —
E .	M — —	S . . .	Y — . — —
F . . — .	N — .	T —	Z — — . .

à . — — . —	ö — — — .
ò — — — .	n̄ . . — —
ù . . — —	ch — — — —
ä . — . —	

Numeri:

1 . — — — —	6 — . . . .
2 . . — — —	7 — — . . .
3 . . . — —	8 — — — . .
4 . . . . —	9 — — — —
5	0 — — — — —

punto (.) . . . . . .
virgola (,) . — . — . —
punto e virgola (;) — . — . — .
due punti (:) — — — . . .
punto interrogativo (?) . . — — . .
punto esclamativo (!) — — . . — —
apostrofo (') . — — — — .
linea (-) — . . . . —
frazione (|) — . . — .
parentesi ( ) — . — — . —
virgolette („) . — . . — .

sottolineato (--) . . — — . —
chiamata — . — . —
doppio tratto (=) — . . . —
capito . . . — .
errore . . . . . .
croce (+) . — . — .
invito a trasmettere — . —
attendere . — . . .
ricevuto . — .
fine . — . — .

I dati sono i seguenti: R = resistenza di 1.500 ohm, C = condensatore di 1 millesimo di m F D, L^1 self scelta secondo la lunghezza d'onda da ottenere, L_2 self di 0,156 henry (nido d'api di 1.500 spire), C_2 condensatore di 0,25 m F D, T cuffia o ricevitore di 500 ohm, G contatto a zincite.

Per cercare il punto oscillatore, chiudere il circuito a frequenza udibile (L_2 C_2). mediante il commutatore a 2 vie e spostare la punta

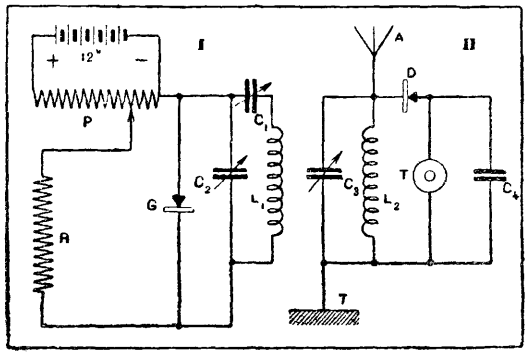


Fig. 223. — Ricezione su galena e amplificazione con eterodina a zincite

d'acciaio sul cristallo di zincite, sino ad udire un suono musicale nella cuffia. Una volta trovato il punto conveniente, chiudere il circuito ad alta frequenza (L_1 C_1) e l'apparecchio lavora allora in eterodina.

Per verificare l'emissione si può usare un qualunque apparecchio ricevitore a valvole situato in qualche casa vicina.

Con questi semplici apparecchi i dilettanti possono fare interessanti prove di trasmissione di portata assai limitata. Notiamo che se queste esperienze sono fatte malamente e nell'ora dei concerti, si corre pericolo di disturbare i vicini possessori di apparecchi riceventi. Ma indipendentemente da queste prove di trasmissione in miniatura, che si faranno interponendo un tasto e usando l'alfabeto Morse, si possono costruire degli apparecchi riceventi a zincite, conosciuti pure col nome di circuiti cristadina o autodina. La figura 222 ne mostra un esempio: R è una resistenza di 1.500 ohm, P un potenziometro di 400 ohm, T un telefono o cuffia di 500 ohm, G il generatore a contatto a zincite, C_1 un condensatore da 1 millesimo di M F D, C_2 da 2 millesimi di M F D, L_1 la self d'antenna di valore normale.

La figura 223 mostra un circuito interessantissimo, che si con-

siglia solo agli esperti: si tratta di un apparecchio che riceve le onde persistenti su galena e le amplifica grazie all'eterodina a zincite.

I dati sono i seguenti: R = resistenza di 1.500 ohm, P = potenziometro di 400 ohm, G generatore a zincite, C_1 condensatore di 0,001 MFD, C_2 condensatore di 0,0005 MFD, C_3 idem, C_4 condensatore di 0,002 MFD, D detector a galena, T cuffia di 500 ohm, L_1 ed L_2 self di valore variabile secondo la lunghezza d'onda che si vuole ricevere, I eterodina a zincite, II ricevitore a galena.

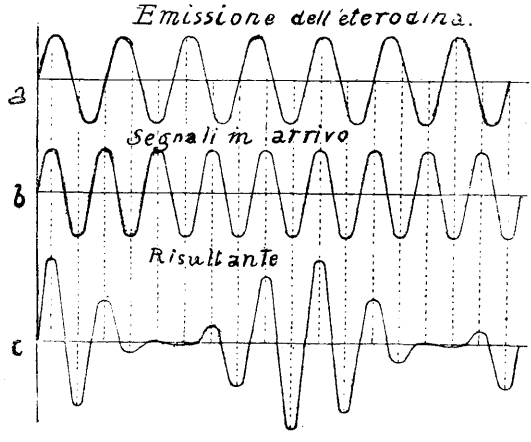


Fig. 224. — Il fenomeno dei battimenti

La scoperta della proprietà della zincite è troppo recente per poterne valutare le conseguenze, ma essa serve da punto di partenza per le ricerche dei dilettanti. Fra gli apparecchi a galena e quelli a valvole esiste un'enorme distacco che forse può essre colmato dagli apparecchi a zincite.

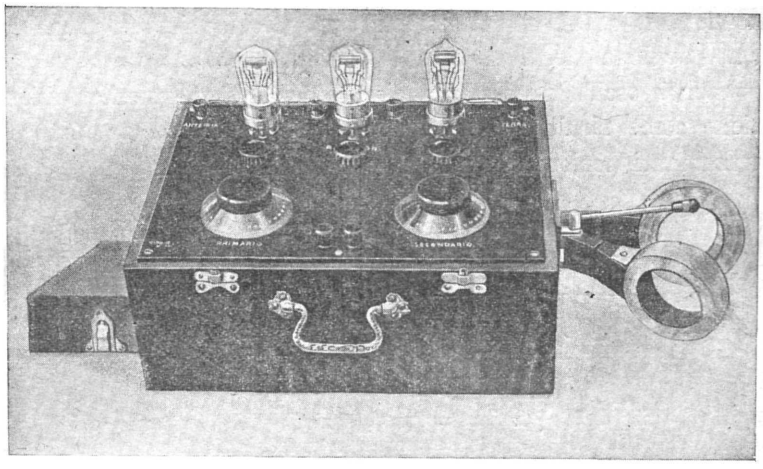
Dal momento che abbiamo detto la parola *eterodina* dobbiamo fermarci un momento su questo interessante circuito e sul fenomeno dei *battimenti* che ha tanta importanza nei ricevitori a valvole.

La parola eterodina viene da una radice greca e vuol dire *altra energia* come invece la parola *endodina* significa *stessa energia.*

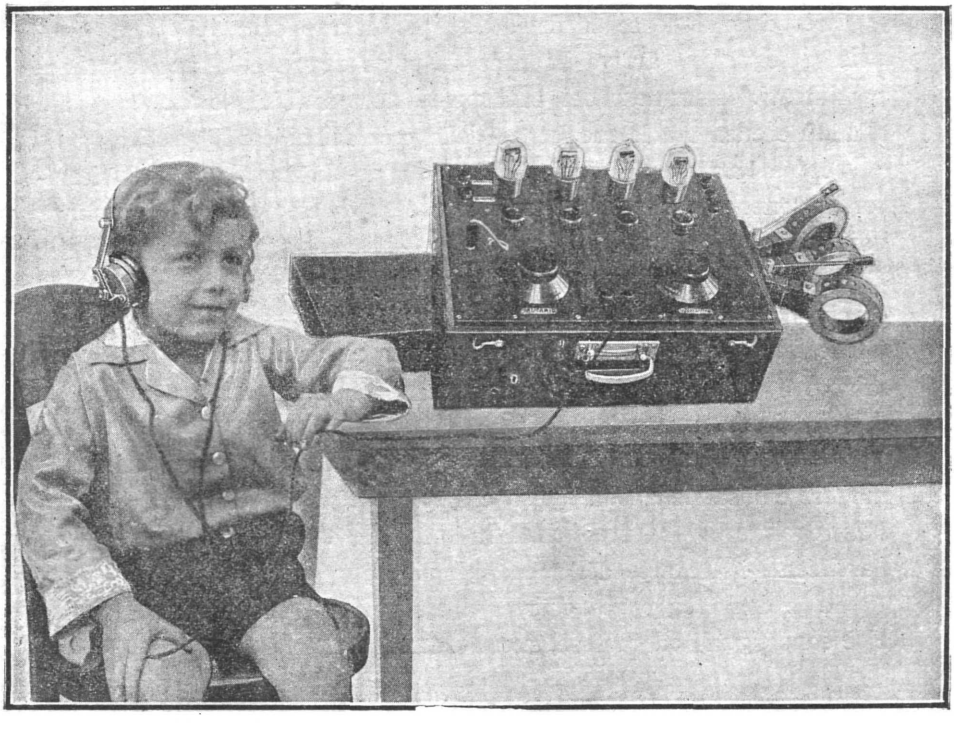
Nei circuiti endodina è l'energia stessa dell'apparecchio che ci permette di ricevere mentre nei circuiti *eterodina* si ricorre ad un generatore separato, il quale è però posto vicino all'apparecchio.

Questo generatore di onde persistenti od eterodina ha una frequenza variabile a volontà mediante l'impiego di self variabili o di condensatori pure variabili. Esso emette quindi delle onde che si

Prezzo L. 1,50 - *Supplemento al N.° 7 (1926)* di "IL GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI", G. Lavagnolo, *direttore-responsabile*



Un tre valvole a reazione



Un quattro valvole a super-reazione

battono con quelle in arrivo sull'apparecchio ricevente che gli sta vicino, avviene cioè il fenomeno di interferenza. Sovrapponendo due movimenti oscillanti di lunghezza d'onda leggiermente diversa, si ottiene come risultante una ondulazione di frequenza minore ed a smorzamenti periodici, come si vede in figura 224.

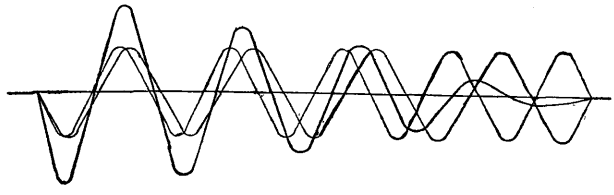


Fig. 225. — Altra rappresentazione del fenomeno dei battimenti. Le due frequenze non in sincronismo (linea sottile) si sovrappongono e dànno per risultante la curva dei battimenti (linea più grossa)

Quando le ordinate sono dirette nello stesso senso si sommano, ma quando sono dirette in senso contrario si sottraggono sino quasi ad annullarsi. La curva C risultante viene chiamata curva dei battimenti.

Ecco dunque lo scopo dell'eterodina: sovrapporre delle onde proprie ai segnali in arrivo in modo da poter regolare la frequenza dei battimenti. Il numero dei battimenti nell'unità di tempo è uguale alla differenza fra le frequenze delle oscillazioni componenti.

Sono i battimenti quelli che fanno agire la membrana del ricevitore ottenendo così il risultato di agire su di esso con una frequenza udibile.

Dunque l'eterodina, o generatore locale, emette delle radio onde di cui noi regoliamo la frequenza. Queste radio onde *si battono* con quelle in arrivo ottenendo una oscillazione risultante di frequenza minore e quindi più adatta ad azionare i circuiti a bassa frequenza del ricevitore, entrando in risonanza con essi.

L'eterodina si dispone sempre *vicino* all'apparecchio ricevitore, magari chiusa nella sua stessa cassetta e tutta la difficoltà consiste nel regolare la sua frequenza in modo da riportare il numero dei battimenti nel campo dei suoni udibili.

Se le due frequenze (eterodina e in arrivo) sono in sincronismo, cioè sono uguali ed in fase, non avremo battimenti.

Il fenomeno dei battimenti è importantissimo, specie negli apparecchi a valvole ove un'eterodina, cioè una valvola montata in generatrice, permette di ottenere un notevole rinforzo nell'audizione e nella selettività.

GLI APPARECCHI A VALVOLE

Inizieremo la descrizione di questi apparecchi partendo dai più semplici ad una sola valvola, per passare poi a quelli misti a valvola e galena, e poi a quelli a 2, 3, 4 valvole, cioè dal più facile al più complesso. Infine daremo poi gli schemi dei circuiti speciali: Reflex, doppio Reflex, Autoflex, Flewelling, Reinartz, Cokaday, ecc., a superrigenerazione, ultraudion, ecc., per terminare con gli amplificatori di potenza.

Prima però di parlare di questi circuiti conviene descrivere sommariamente il modo con cui avviene l'amplificazione che quasi sempre viene aumentata dal fenomeno di reazione.

L'amplificazione e la reazione.

Nei primi tempi della radiotelegrafia le trasmittenti a scintilla avevano una potenza relativamente grande, mentre ora con le stazioni di radiodiffusione l'energia irradiata è minima.

Pensiamo che Bruxelles ha una potenza in antenna di soli 2.000 watt, Radio-Paris 2.000 watt, Zurigo 5.000 watt, Roma e Milano 2.000 watt ecc.

Quest'energia non arriva tutta a noi anzitutto perchè va in tutte le direzioni (quindi diminuisce in ragione del quadrato della distanza che ci separa dalle trasmettenti) ed infine perchè gli ostacoli naturali, la conduttività dell'atmosfera ecc. contribuiscono a disperderla sempre più.

Con un'antenna regolamentare, o meglio con un quadro, che cosa possiamo raccogliere dei 2.000 watt che da Londra se ne vanno in tutte le direzioni?

Evidentemente una quantità infinitamente piccola, appena misurabile con gli strumenti più delicati e certamente insufficiente a

mettere in vibrazione la membrana metallica del nostro telefono o dell'altoparlante.

Ecco dunque il primo problema: amplificare l'energia captata dall'aereo, senza alterarla, in modo da renderla sufficiente per azionare un microfono.

Per questo abbiamo bisogno di una sorgente di energia presso il nostro apparecchio: pile od accumulatori.

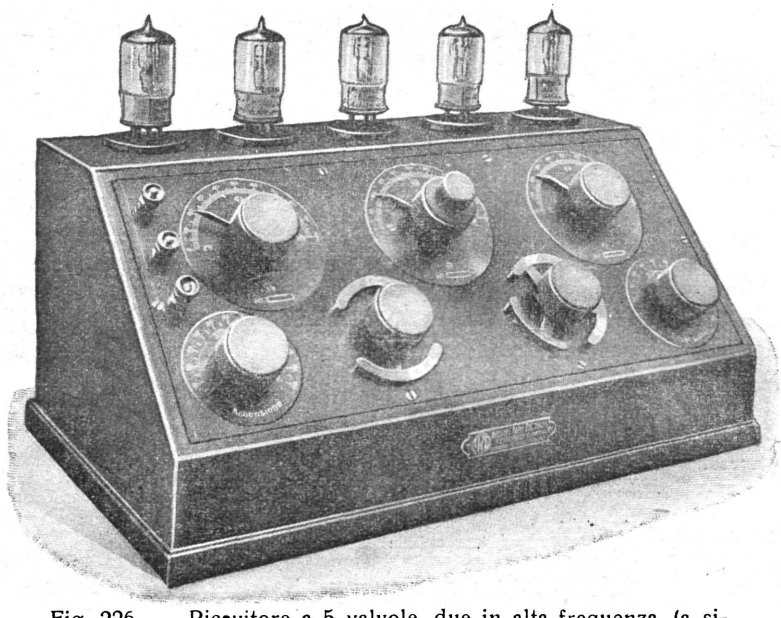


Fig. 226. — Ricevitore a 5 valvole, due in alta frequenza (a sinistra) una detectrice (in centro e due in bassa frequenza (a destra)

Tutta la difficoltà consiste nell'amplificare queste correnti *senza deformarle.*

Ogni volta che si rinforza un'azione, qualunque essa sia, si introducono per forza dei fenomeni accessori o parassiti.

Se il rinforzo cercato oltrepassa un certo valore, questi fenomeni accessori prendono un'importanza tale da alterare troppo il fenomeno fondamentale.

Ciò spiega perchè in radiotelefonia non si possa spingere l'amplificazione all'infinito; arrivati ad un punto critico non si può amplificare oltre.

Sappiamo che le correnti captate dall'aereo sono a radiofrequenza, cioè ad una frequenza altissima e non udibile e in ogni apparecchio

si riduce questa frequenza mediante detector (detector a galena o lampada rettificatrice) in modo da renderla udibile.

L'amplificazione la potremo quindi fare prima della rettificazione, dopo la rettificazione, oppure contemporaneamente prima e dopo.

Per esempio l'apparecchio della figura 226 ha due valvole amplificatrici prima della rettificatrice o detectrice (che è la terza valvola) e due dopo di essa.

Le prime due valvole lavorano sulle onde ad altissima frequenza ricevute dall'aereo e si chiamano valvole in *alta frequenza* e le ultime due si chiameranno *valvole in bassa,* perchè dopo la rettificazione non restano che onde a bassa frequenza.

L'amplificazione in alta frequenza è assai redditizia ma assai delicata di regolazione, sicchè in pratica è limitata ad un paio di valvole. In bassa frequenza si possono invece montare anche 3 e 4 valvole.

Il dilettante esperto non si lascia facilmente tentare a costruire apparecchi con molte valvole e noi consigliamo di non oltrepassare le 3 o le 5 valvole che rappresentano già circuiti di audizione ancora pura con buon rendimento.

La funzione amplificatrice della valvola è già nota, essa è basata sul fatto che ogni variazione del potenziale di griglia procura una variazione molto più forte nella corrente di placca, corrente che è fornita dalla batteria.

Dunque tutto consiste nel provocare delle variazioni più forti possibile del potenziale di griglia.

Per far questo possiamo servirci della resistenza o del trasformatore.

La resistenza.

Consideriamo (fig. 227) un circuito di amplificazione in alta frequenza a resistenza.

Le oscillazioni di tensione nell'antenna ricevitrice sono trasmesse alla griglia G_1 dalla lampada amplificatrice. Queste oscillazioni producono una corrente di placca che le segue, ma con un'ampiezza assai maggiore. Questa corrente di placca, dovuta alla pila, passa per una forte resistenza in serie con la placca.

Sappiamo che la caduta di tensione in una resistenza è uguale a RI in cui R è il valore della resistenza e I l'intensità della corrente. Poichè l'intensità I varia continuamente, il potenziale del

punto A è costantemente variabile e lo stesso avviene per quello della griglia G_2 della lampada detectrice che gli è unita.

Ne risulta una nuova amplificazione dei segnali della seconda lampada e nello stesso tempo può funzionare il telefono T inserito nel circuito di placca P_2. Le resistenze impiegate a questo scopo sono quasi sempre di diversi megaohm e perciò si fanno in silite.

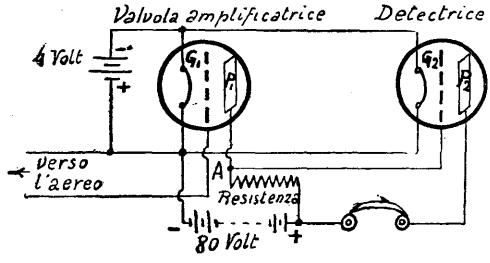


Fig. 227. — Amplificazioue ottenuta con resistenza

L'amplificazione su resistenza si usa specialmente in alta frequenza ed è quella preferita dai dilettanti perchè risparmia i costosi trasformatori.

Il trasformatore.

La figura 228 mostra un circuito di amplificazione in cui abbiamo un trasformatore invece della resistenza; esso ha l'identico scopo, cioè provocare forti variazioni nel potenziale della griglia G_2.

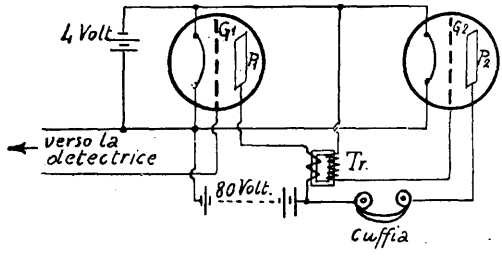


Fig. 228. — Amplificazione ottenuta su trasformatore

Supponiamo che il nostro trasformatore abbia le spire secondarie in numero 5 volte superiore a quello delle spire primarie, cioè un rapporto $^1/_5$. La tensione ai morsetti del secondario sarà 5 volte più elevata che al primario. Anche in questo caso vediamo subito la pos-

sibilità di ottenere forti variazioni nel potenziale di griglia e quindi forti intensità nel telefono.

L'amplificazione su trasformatore è specialmente usata nei circuiti a bassa frequenza, cioè dopo la valvola detectrice.

Aggiungendo altre valvole con altri trasformatori si può ancora aumentare l'amplificazione.

Una valvola amplificatrice col suo trasformatore costituisce quello che si chiama uno stadio di amplificazione. (fig. 229).

La reazione.

Il fenomeno di reazione, detto anche di autodina, retroazione o rigenerazione, contribuisce fortemente a migliorare la recezione.

Una spiegazione grossolana ma efficace credo possa essere la seguente.

Le debolissime correnti raccolte dall'aereo devono attraversare tutto l'apparecchio, cioè passare in circuiti dotati di resistenza, capacità

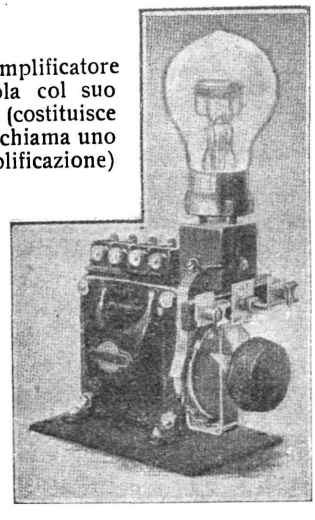


Fig. 229. — Amplificatore ad una valvola col suo trasformatore (costituisce quello che si chiama uno stadio di amplificazione)

e self-induzione. Naturalmente esse si degradano specie nelle resistenze (cioè si disperdono in forma di calore) senza contare che queste resistenze gli impediscono di oscillare liberamente causando lo *smorzamento* delle oscillazioni.

Si è quindi cercato di compensare quest'energia perduta iniettando all'arrivo una quantità di energia, presa dalle pile, quantità

precisamente uguale a quella perduta nelle resistenze. In definitiva è come se si fossero soppresse tutte le resistenze, quindi le oscillazioni sono libere e le variazioni del potenziale di griglia sono più intense. Tuttavia l'energia iniettata all'arrivo deve essere sotto la stessa forma di quella dell'antenna, in modo da rinforzarla. Per realizzare questa condizione si fa una cosa semplicissima: si costruisce un trasformatore senza nucleo di ferro R (fig. 230) di cui un avvolgimento è in serie col detector e l'altro avvolgimento è in serie sul telefono. Questo trasformatore senza ferro, composto di due bobine accoppiate induttivamente, costituisce quello che si chiama un *accoppiamento a reazione.*

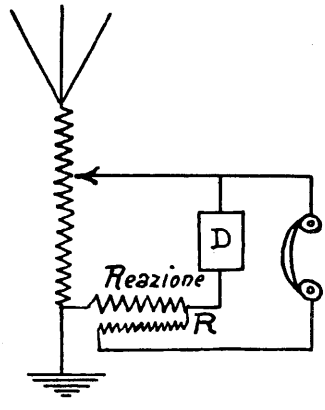


Fig. 230. — Il principio della reazione

Le correnti del telefono inducono delle correnti nel circuito detectore, correnti che hanno tutti i requisiti per rinforzare quelle dell'antenna.

Per ottenere la regolazione basta rendere mobile una delle bobine rispetto all' altra. Avvicinando od allontanando le bobine si ha una reazione, cioè un rinforzo dei segnali, più o meno forte. Compreso così il fenomeno nelle sue linee generali, vediamo come esso avvenga realmente.

In pratica la reazione è basata sul rinvio di energia dal circuito di placca a quello di griglia.

Ricordiamo che in ogni valvola la quantità di energia che circola sul circuito di placca è molto più grande di quella che circola in griglia.

Se dunque noi rinviamo un po' di energia del circuito di placca

sulla griglia, in modo da aumentare quella che vi è già presente, ne risulterà una nuova amplificazione dei segnali sulla placca.

Un esempio numerico chiarisce meglio le idee: Supponiamo che dei segnali contenenti un unità di energia circolino nella griglia e supponiamo che la valvola amplifichi 10 volte: avremo così 10 unità di energia circolanti nel circuito di placca.

Supponiamo ora che un'unità sia rinviata nel circuito di griglia e venga così a sommarsi con quella già esistente.

Poichè abbiamo detto che la valvola è capace di amplificare 10 volte, avremo ora 20 unità di energia nel circuito di placca, mentre prima non ne avevamo che 10, alle quali bisogna però togliere l'unità rinviata alla griglia. Siamo così riusciti ad ottenere 19 unità di energia nella placca, mentre prima non ce n'erano che 10. Abbiamo cioè quasi raddoppiata l'amplificazione.

Le cifre accennate sono puramente teoriche e date solo come esempio.

Sicchè tutto si riduce ad inserire una bobina a nido d'api nel circuito di placca facendola agire per induzione su una bobina simile disposta nel circuito di griglia.

Naturalmente l'avvolgimento delle bobine deve ecssere fatto in modo che i flussi vengano a sommarsi e non a sottrarsi.

I vantaggi della reazione sono notevoli, essa sola vale quasi come una valvola in alta frequenza.

Vediamo ora gli svantaggi: la reazione usata senza criterio, cioè la reazione troppo spinta, produce delle oscillazioni continue nel circuito di griglia, oscillazioni che vanno a finire sull'antenna, la quale le irradia.

L'apparecchio diventa così una trasmettente in miniatura, di portata limitata, che lancia nello spazio urli e fischi di reazione con grande sollazzo dei vicini che stanno ricevendo i radio-concerti.

La reazione va usata con precauzione, avvicinando gradatamente le bobine sino ad andare *vicini* all'oscillazione, ma senza lasciare oscillare l'apparecchio.

Per assicurarci che non siamo in oscillazione basta toccare col dito il morsetto d'antenna, il telefono non deve dare alcun rumore.

Per ottenere la reazione vi sono due metodi conosciuti col nome di *reazione elettromagnetica* e *reazione capacitiva*.

Reazione elettromagnetica e reazione di capacità.

Abbiamo ora detto come le radio-onde possano essere amplificate con il fenomeno di reazione, detto anche *rigenerazione* o *retroazione* e i procedimenti da seguire per ottenere questo risultato sono due.

La figura 231 mostra il primo di questi sistemi.

Vediamo una valvola montata come detectrice la quale non porta direttamente i segnali sulla cuffia, ma li porta su una *bobina di rea-*

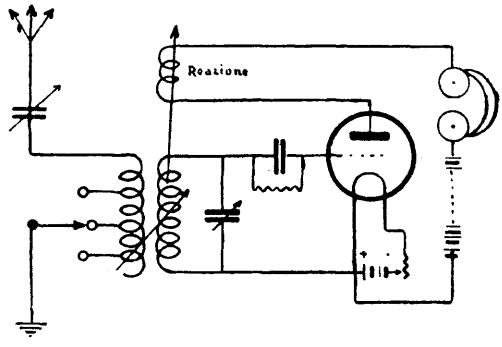


Fig. 231. — Reazione elettromagnetica ottenuta cioè con delle bobine di self

zione la quale, per induzione, agisce sul circuito di griglia. Raccoglieremo così nella cuffia i segnali notevolmente amplificati dalla reazione. La bobina di reazione non è altro che una bobina di self ed è montata sul circuito di placca per reagire sulla griglia. Il grado di accoppiamento fra le due bobine si modifica avvicinandole od allontanandole l'una dall'altra oppure facendole ruotare una rispetto all'altra.

Questo sistema di accoppiamento fra il circuito di placca e quello di griglia si chiama *elettromagnetico.*

Il secondo sistema è quello *capacitivo* od elettrostatico, in cui l'accoppiamento avviene per mezzo di un condensatore variabile C (fig. 232) inserito fra il filamento e la cuffia il quale ci permette di riportare le onde amplificate sulla griglia. In certi casi non c'è nemmeno bisogno del condensatore il quale è sostituito dalla capacità esistente nella valvola stessa, capacità che è dovuta alla vicinanza fra griglia e placca.

Anche un variometro può servire per collegare elettrostaticamente il circuito di placca con la griglia.

Variando opportunamente la reazione si generano nel circuito delle oscillazioni persistenti le quali, battendosi con i segnali in arrivo, permettono di ricevere col sistema dei battimenti.

Il fenomeno di reazione non avviene sempre e in tutti i casi ma si manifesta solo sino ad un certo grado di accoppiamento, che deve

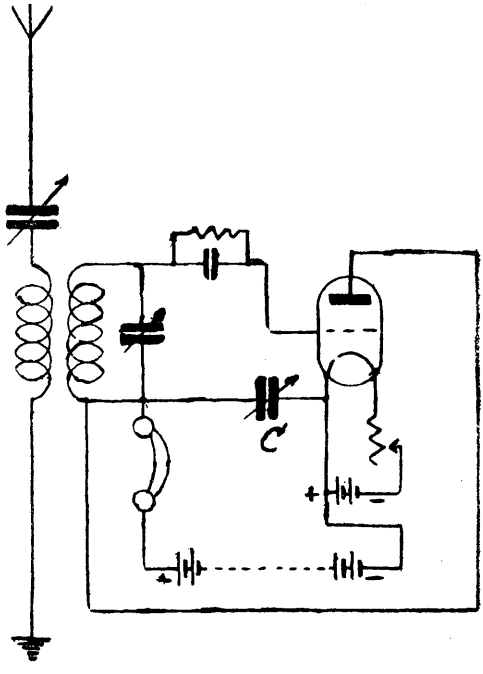


Fig. 232. — Reazione capacitiva, ottenuta con un condensatore

solo permettere di compensare tutte le perdite del circuito oscillante. Se noi superiamo questo limite, cioè riportiamo alla griglia un eccesso di energia amplificata, cioè se superiamo il *punto critico,* la valvola oscilla dando luogo al fenomeno delle auto-oscillazioni che si manifestano con un fischio di tonalità variabile.

La super-reazione.

La reazione permette di amplificare enormemente ma trova un limite che è dato dall'adescarsi delle autooscillazioni che impediscono ogni ricezione. L'americano Armstrong ha trovato il mezzo di impedire questo fenomeno ricorrendo ad un artificio, cioè permettendo solo alla valvola di oscillare per un istante e interrompendo subito dopo

l'oscillazione. Queste interruzioni devono avvenire circa 20.000 volte al secondo. Così si riesce a spingere al massimo l'amplificazione senza lasciare il tempo alla valvola di emettere essa stessa.

In pratica un circuito a super-rigenerazione si compone di un

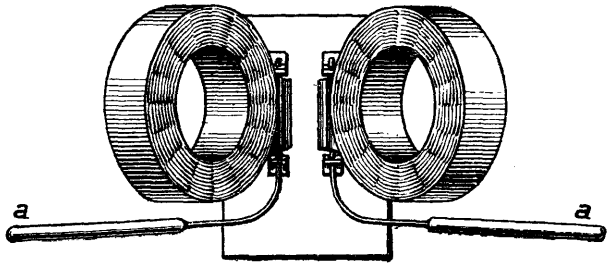


Fig. 233. — Per non introdurre in circuito la capacità del corpo dell'operatore si manovrano le self con delle lunghe bacchette isolanti

circuito normale a reazione al quale è aggiunto un generatore locale (eterodina) che gli impedisce alternativamente di oscillare. Naturalmente la frequenza dell'eterodina deve essere oltre il campo dei suoni udibili e ciò per non disturbare la ricezione.

*
* *

Convien al dilettante usare la reazione elettromagnetica o quella capacitiva? Esponiamo brevemente il pro ed il contro, unitamente ad alcuni consigli di indole generale.

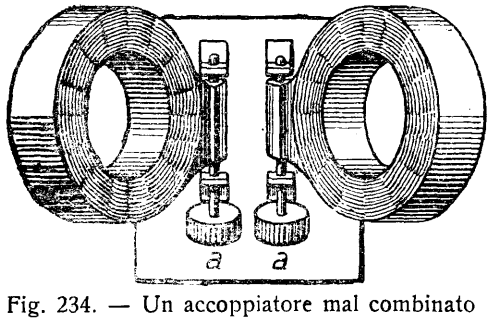


Fig. 234. — Un accoppiatore mal combinato

In genere si è osservato che la reazione a capacità variabile è più dolce e più progressiva di quella ottenuta con le self. Inoltre quest'ultima richiede delle bobine di self appropriate alle diverse lunghezze d'onda che si vogliono ricevere (self intercambiabili interne od esterne), mentre la reazione a capacità richiede un solo condensatore per tutte le lunghezze d'onda.

Nei circuiti in cui si usa la reazione a self si devono prendere le seguenti precauzioni:

Non bisogna che la mano dell'operatore si avvicini troppo alle bobine, altrimenti si introduce fra esse la capacità del nostro corpo con conseguente variazione dell'accordo. Quest'effetto è sensibilissi-

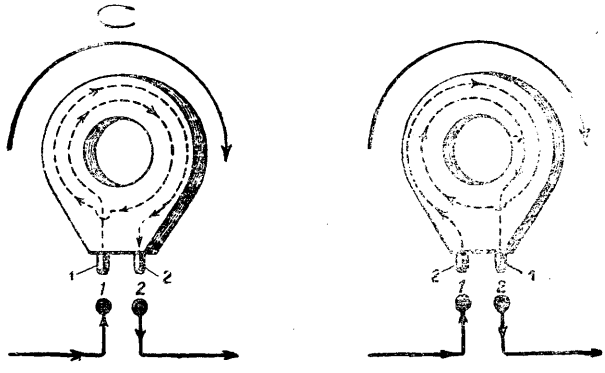


Fig. 235. — Self a doppio attacco

mo su molti apparecchi ai quali non ci si può avvicinare con le mani senza variarne l'accordo, cioè renderli... silenziosi, mentre stanno ricevendo. Il rimedio consiste nel ricorrere a dei lunghi manici di ebanite *a* (fig. 233) con i quali si muoveranno le bobine. La figura 234 mostra un accoppiamento mal studiato, per la regolazione del quale bisogna quasi toccare le self.

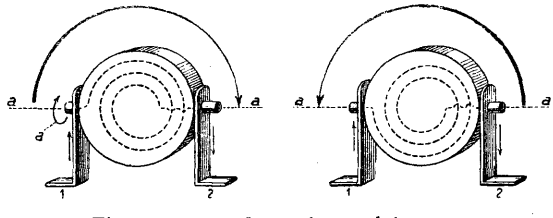


Fig. 236. — Inversione del senso della corrente in una bobina di self

Un'altra osservazione importante è la seguente: se si vogliono rinforzare le oscillazioni del circuito oscillante è necessario che la corrente percorra la bobina di reazione nel senso giusto. Per conseguenza occorrerà una self a maschio e femmina come quella descritta a pagina 120 oppure una self con gli attacchi segnati o indicati sulla bobina da una freccia o meglio una self a doppio attacco. La figura 235

mostra una simile self: la corrente arriva sul morsetto 1 ed esce dal morsetto 2 seguendo il senso della freccia. Anche se noi mettiamo la self a rovescio, la corrente continuerà a percorrerla nello stesso senso poichè assieme alla self abbiamo anche invertito gli attacchi.

Vediamo invece cosa avviene in una self comune in caso di inversione (fig. 236): la corrente entra sempre dal supporto 1 ed esce dal supporto 2 seguendo il senso della freccia, ma vediamo pure subito

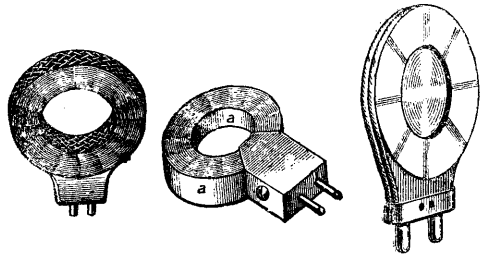


Fig. 237. — Bobina di self normale, bobina protetta all'interno ed alla periferia da due striscie di celluloide, bobina protetta sui fianchi

che basterà far ruotare la self attorno all'asse *a a* per invertire di nuovo il senso della corrente.

Dalle precedenti considerazioni si può ritenere:

1. - La reazione capacitiva è quasi sempre da preferirsi.

2. - Impiegando la reazione a self badare di non invertire una bobina.

3. - Lo spostamento delle self si deve poter fare con un dispositivo qualunque che permetta di non avvicinarvi le mani.

Per proteggere in parte le bobine di self dall'azione perturbatrice delle mani dell'operatore si possono fasciare con una striscia di celluloide *a, a* (fig. 237) oppure con un disco di celluloide sulle due facce.

A suo tempo vedremo l'impiego della reazione nei diversi circuiti e per ora indichiamo l'aspetto esterno di un apparecchio a reazione di tipo classico con tre bobine di self intercambiabili (fig. 238): in *a* è la self di antenna, in *b* la self del circuito oscillante, in *c* il supporto su cui si monta la bobina di reazione.

Troviamo in questa figura le parole *Primario* e *Secondario* che si vedono incise su quasi tutti gli apparecchi e che hanno un significato chiarissimo: tutte le oscillazioni captate dall'antenna sono in massa trasmesse al circuito oscillante di quest'antenna, il quale si

chiamerà circuito oscillante primario o semplicemente Primario. Sappiamo che esso ha la funzione di un filtro: le oscillazioni che hanno una lunghezza d'onda corrispondente a quella su cui è accordato il Primario sono grandemente amplificate (fenomeno di risonanza) mentre tutte le altre sono più o meno soffocate. Più differiscono dalla lunghezza d'onda del primario e più facilmente sono eliminate. Fil-

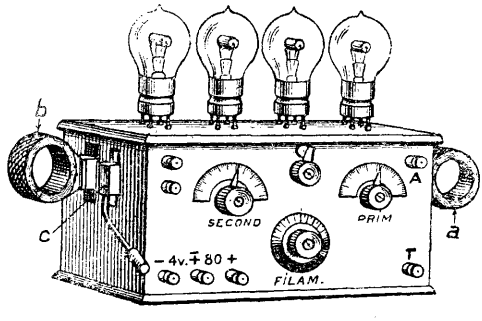


Fig. 238. — Disposizione classica di un apparecchio a reazione

trate dal primario le oscillazioni passano alla valvola detectrice o rettificatrice dalla quale sono convertite in oscillazioni a frequenza udibile e trasmesse ad un secondo circuito oscillante detto *Secondario* dal quale sono nuovamente filtrate. Questo secondo filtro, dovendo agire su onde già selezionate dal primario permetterà una regolazione precisissima, cioè lascierà passare solo le onde della lunghezza che si vuol ricevere, nè un metro di più, nè un metro di meno.

Numero dei circuiti oscillanti.

Abbiamo detto che la presenza di due circuiti oscillanti permette di eliminare tutte le oscillazioni diverse da quelle che ci proponiamo di ricevere, cosa importantissima dato il crescente numero delle stazioni di radiodiffusione.

Gli apparecchi ad un solo circuito oscillante non sono molto usati anzitutto perchè poco selettivi e poi per evitare ai vicini i disturbi della reazione.

In quasi tutti gli apparecchi moderni si fanno reagire su un circuito oscillante le oscillazioni già amplificate da una o due valvole, ottenendo così il massimo del rendimento.

Se la reazione oltrepassa un certo limite sappiamo che il circuito oscillante genera delle oscillazioni. Avendo un solo circuito oscillante

esso sarà accoppiato con l'antenna e queste oscillazioni sono così irradiate per lo spazio. Il nostro apparecchio da ricevitore diventa trasmettitore e disturba i vicini: un apparecchio di questo genere si chiama a *reazione sull'aereo,* ed è proibito in quasi tutte le nazioni.

Invece gli apparecchi dotati di due circuiti oscillanti e nei quali la reazione avviene nel secondo, non rischiamo affatto di disturbare i vicini.

E' però indispensabile che i due circuiti siano accoppiati per mezzo di una valvola e non induttivamente, vale a dire con circuito Tesla od a mutua induzione.

Difatti se i due circuiti sono accoppiati induttivamente l'apparecchio si comporta come se ne avesse uno solo perchè il secondo circuito indurrà delle oscillazioni nel primo il quale è in comunicazione con l'antenna.

Esposte così le cose, cioè affermato che un apparecchio a due circuiti oscillanti è superiore di molto a quelli che ne hanno uno solo, potrebbe nascere il dubbio che con tre circuiti accordati si ottenga una selettività ancora più forte. Infatti ciò è vero, ma solo in parte perchè l'apparecchio diventa complicato, di difficile regolazione per l'accordo simultaneo dei tre circuiti, ecc. Diciamo questo senza contare che le reciproche reazioni che nascono in questo caso non compensano del minimo vantaggio ottenuto nella selettività.

L'apparecchio a due circuiti oscillanti ha dunque la selettività necessaria e sufficiente per tutti i casi.

CIRCUITI A VALVOLE

APPARECCHI AD UNA SOLA VALVOLA.

Circuito ad una valvola detectrice in reazione montata su bobina Oudin per recezioni su tutte le lunghezze d'onda.

La bobina a due cursori L_1 L_2 deve essere isolata con cura (filo di 8 a 10 decimi con 2 strati di cotone, avvolto su un tubo di ebanite o simile). La lunghezza della bobina sarà di cm. 10 × 30.

Una variante di questo circuito può essere la seguente: si utilizza una bobina più corta (esempio 10 × 25) completandola con una self addizionale a prese multiple inserita nel circuito antenna-

terra immediatamente sopra la connessione della griglia. L'impiego di questa self addizionale di antenna permette di rendere meno stretto l'accoppiamento delle porzioni L_1 ed L_2 della self Oudin, aumentando così la selettività dell'apparecchio.

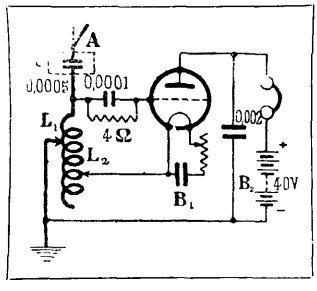


Fig. 239

Ricezione. — In una buona antenna esterna ed in cuffia le stazioni entro ad un raggio di circa 300 km. Su quadro circa 100 km.

Circuito perfezionato a diverse combinazioni. Facile ad accordarsi su tutte le lunghezze d'onda e di notevole selettività.

Il giuoco degli interruttori 1, 2, 3 permette le seguenti combinazioni:

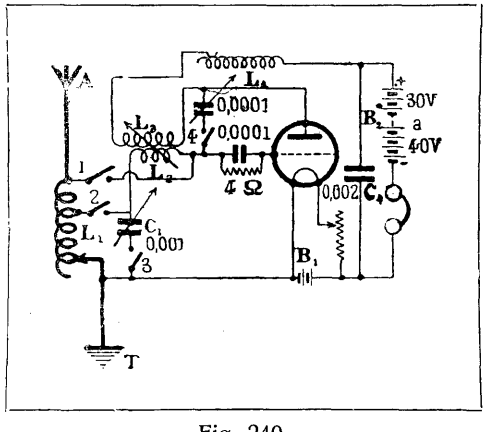


Fig. 240

2 *aperto,* 1 *e* 3 *chiusi*: condensatore C_1 in parallelo sulla bobina ad un cursore utile (onde lunghe).

1 *aperto,* 2 *e* 3 *chiusi*: condensatore C_1 in parallelo sulla self di antenna compresa fra i due cursori della bobina Oudin (onde medie) 2 chiuso, 1 e 3 aperto: condensatore C_1 escluso dal circuito. L'accordo dell'antenna si ottiene allora con la semplice manovra dei cursori (onde corte).

La self L_1 è una bobina di 10 × 40 cm. (500 spire di filo smaltato di 6/10) alla quale si può aggiungere una self supplementare inserita sull'antenna prima della connessione di griglia. Il condensatore C_3 con tre placche in verniero rende molto precisa la regolazione della reazione L_2 L_3 per la ricezione delle onde corte. La self L_4 a cursore o a contatti entra in funzione per l'accordo del circuito sulle onde da 1.000 a 23.000 metri. Le self di reazione L_2 e L_3 sono formate da galette di filo di 3/10 isolato in seta, chiuse fra due rondelle di cartone e separate da una rondella centrale isolante di 5 cm. di diametro su 3 mm. di spessore.

Per il numero di spire da assegnare alle self L_2 e L_3, a seconda della lunghezza d'onda che si vuol ricevere, servirà la seguente tabella.

Numero di spire.

Onde da 200 ÷ 300 metri	Onde 300 ÷ 400	Onde 400 ÷ 500	500 ÷ 1000	1000 ÷ 2000	Oltre 2000
L_2 20 spire	30	60	80	150	300
L_3 30 spire	60	80	150	300	400

Circuito a reazione ed accordo per capacità. Sensibile, selettivo e di regolazione facilissima.

La self L è una bobina a nido d'api di valore adatto per la gamma di

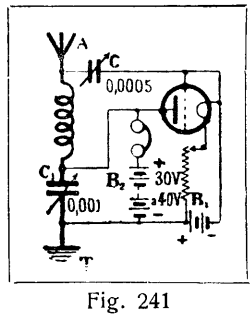


Fig. 241

lunghezze d'onda che si vogliono ricevere. Le placche mobili dei condensatori C_1 e C_2 sono connesse dalla parte *Terra,* per ridurre al mi-

nimo gli effetti di capacità prodotti dalla massa e dal corpo dell'operatore durante la regolazione. Per i valori della self L si userà una cosidetta serie normale di 10 bobine a nido d'api, serie che si trova da tutti i rivenditori di materiale radio.

Circuito a reazione elettromagnetica per ricezione su quadro.

Le self sono delle bobine a nido d'api o delle galette compatte di filo di 3/10 isolato in seta accoppiate con gli avvolgimenti disposti in modo che la corrente circoli nello stesso senso. Il condensatore C_2

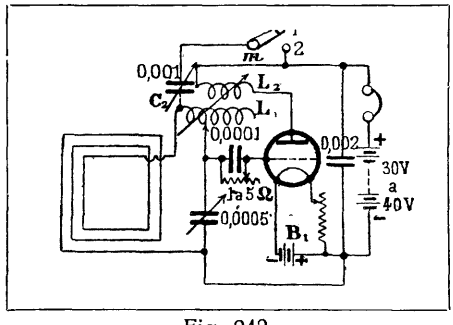


Fig. 242

rende più precisa la regolazione della reazione. Quando si cerca una stazione si tiene C_2 escluso. La resistenza di griglia è variabile (da 1 a 5 megaohm) e questa disposizione è utilissima per le valvole *micro* per regolarle sul punto critico o punto detector.

Circuito a reazione ed accordo capacitivi.

La bobina di impedenza S è a nido d'api con 200 spire. Sappiamo che ricevendo su quadro la presa di terra è inutile ma in questo cir-

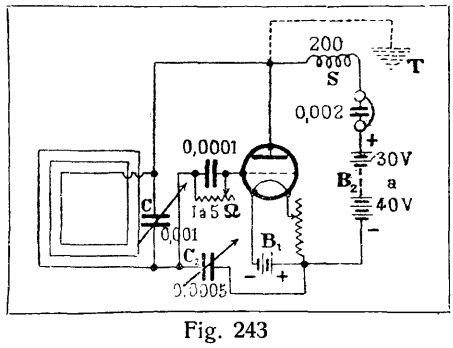


Fig. 243

cuito si è constatato che talvolta una presa terra T migliora l'audizione. E' un circuito facile, selettivo e di buona regolazione.

Circuito a reazione su quadro.

Questo circuito è ormai classico e richiede poche spiegazioni: C_1 è un condensatore variabile di accordo da 1/1000 di MF, C_2 un condensatore di deteczione da 0,025/1000 MF ad 1/1000 MF che può essere fisso o variabile, R_1 reostato d'accensione di 3 a 20 ohm, R_2 resistenza fissa o variabile di 3 a 5 megaohm, L_1 bobina di self piazzata nel

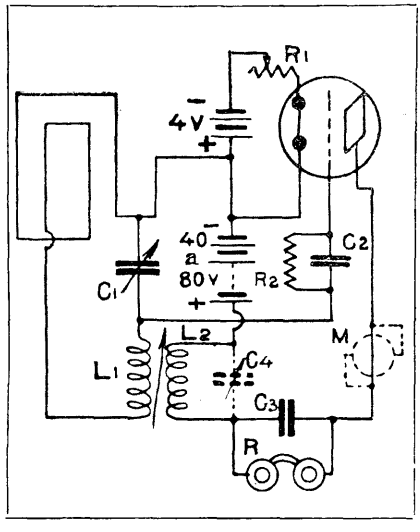


Fig. 244

circuito del quadro 15 e 60 spire, L_2 self di reazione 60-100-250 spire, C_3 condensatore fisso da 2 a 4 millesimi di MF. R cuffia da 2.000 a 4.000 ohm.

Si può anche inserire in circuito un milliamperometro M disposto sul filo di placca, il quale servirà a rivelare l'adescarsi delle oscillazioni dovute alla reazione troppo spinta. La lancetta devia quando si iniziano le oscillazioni.

Prima di montare il circuito in cassetta conviene sempre provarlo prima su un pannello di prova (fig. 244) che può magari diventare il pannello definitivo se si fanno passare le connessioni al disotto. Le lettere corrispondono a quelle dello schema: C = quadro, C_1 = condensatore variabile di 1/1000, L_1 self intercalata nel circuito del quadro, L_2 bobina di reazione, C_3 condensatore in derivazione sulla cuffia. R_1 reostato d'accensione, P, G, F + , F — morsetti del portavalvole corrispondenti a placca, griglia e filamenti della valvola.

Il sistema di montare i circuiti su un pannello di prova come indicato in figura è preconizzato dal noto specialista francese Hémar-

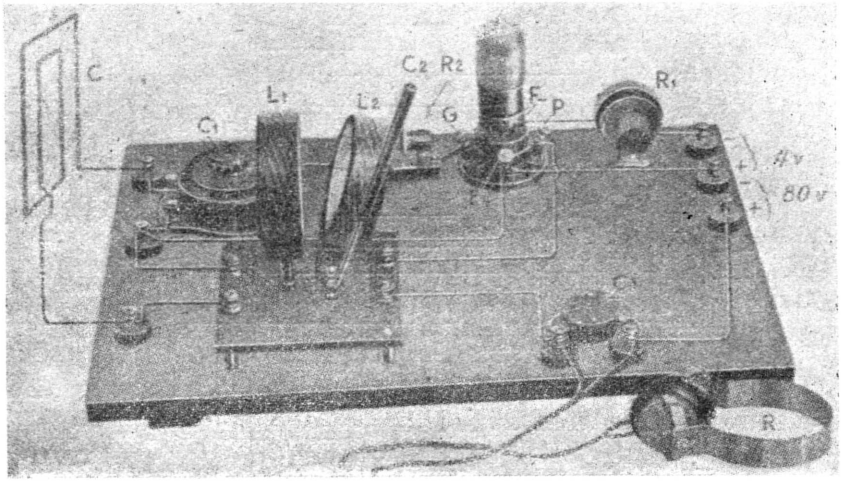


Fig. 245 — Aspetto esterno dell'apparecchio, montato su pannello con connessioni visibili

dinquer ed è la disposizione più logica e più consigliabile al dilettante il quale avrà così modo di controllare facilmente il circuito, rendendosi ragione del suo funzionamento.

APPARECCHI A DUE VALVOLE.

Circuito con valvola detectrice a reazione seguita da una valvola in bassa frequenza a trasformatore.

Le self di reazione L_1 e L_2 sono a nido d'api e intercambiabili ed L_2 avrà un numero di spire sufficiente per procurare il voluto grado di accoppiamento. Se avviciniamo al massimo le bobine e le oscillazioni non si adescano, invertire le connessioni di una delle due self e provare poi con un numero maggiore di spire nella self di placca. Una volta ottenuto il fischio di reazione diminuire progressivamente l'accoppiamento delle self in modo da rimanere vicini al fischio ma senza oltrepassarlo, terminare poi la regolazione con un leggiero ritocco del condensatore C_1. L'interruttore *i* pemette di aggiungere o di elimi-

nare la valvola in bassa frequenza, la quale è munita di un trasformatore P S di rapporto 1/5.

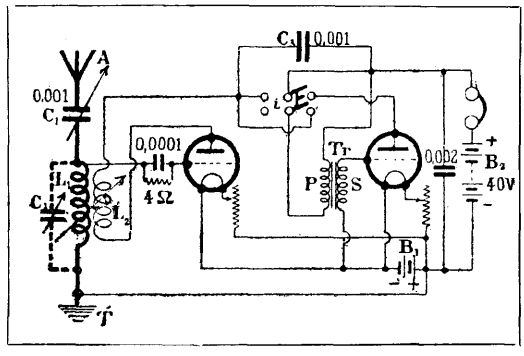


Fig. 246

Ricezione in altoparlante entro un raggio di 100 km. ed in cuffia a oltre 300 km., su antenna esterna.

Circuito a due valvole: una detectrice a reazione e una in bassa frequenza su resistenza.

E' un circuito economico perchè evita l'impiego del trasformatore di bassa frequenza. Le self L_1 ed L_2 sono a nido d'api intercambiabili,

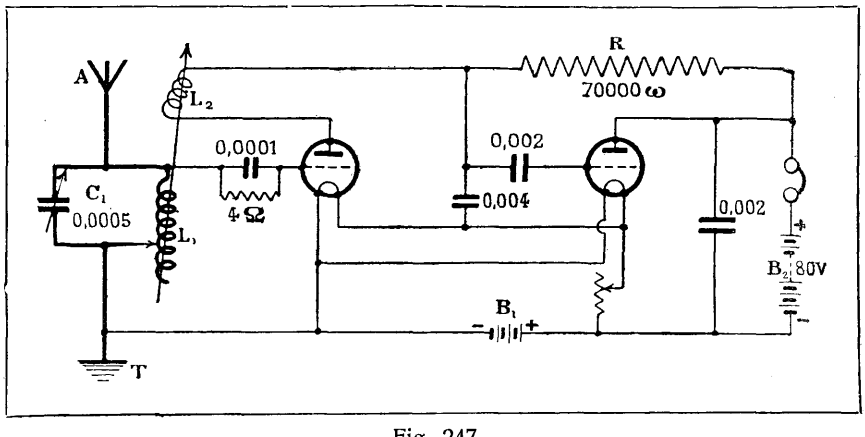


Fig. 247

dei seguenti valori: L_1 = 50, 200, 300 spire, L_2 = 100, 300, 400 spire. I condensatori di accoppiamento della seconda valvola sono fissi. Per la resistenza in derivazione del condensatore di griglia converrà provare diversi valori fra 1 e 5 megaohm. Il condensatore di griglia può

variare fra 2 e 5 millesimi di MF. La tensione di placca è di 80 volt ed i valori delle resistenze e delle capacità sono determinati per questo valore. La resistenza R si può fare su un pezzetto di ebanite ed alcune righe di lapis, essa ha il suo valore ottimo che può scendere sino a 50.000 ohm. Nel montaggio definitivo su pannello tenere distanti i vari organi per evitare capacità e raccordarli con connessioni rettilinee e distanti.

Buone ricezioni in altoparlante in un raggio di 50 km.

Circuito ad una valvola in reazione seguita da una valvola in bassa frequenza a self.

E' analogo al precedente con la differenza che la resistenza di 50.000 ÷ 70.000 ohm è sostituita da una self a nucleo di ferro di 10.000 a 15.000 spire. La self S può essere costituita dal secondario di un comune trasformatore in bassa frequenza in cui il primario è montato in serie al secondario. La resistenza R può avere diversi valori compresi fra 2 e 5 megaohm. Il condensatore C_1 si può abolire

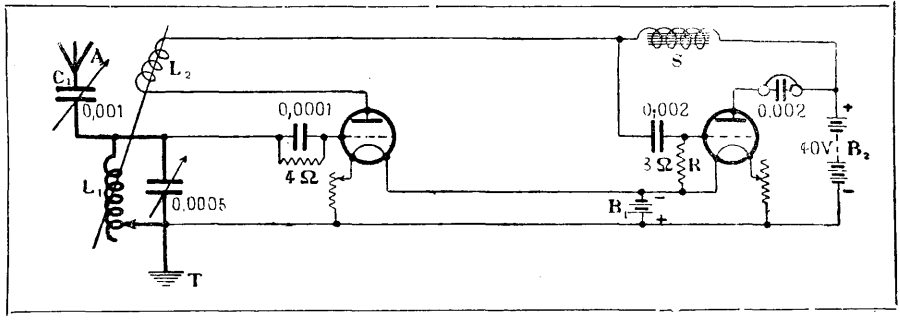


Fig. 248

quando si utilizza un'antenna corta. Le self di reazione L_1 ed L_2 sono a fondo di paniere da 50 a 80 spire per onde da 350 a 600 metri, oppure si può usare la serie normale di bobine a nido d'api.

Per la regolazione accordare anzitutto il circuito d'antenna A T, tenendo la self L_2 distante da L_1, appena captata la stazione avvicinare L_2 ad L_1 progressivamente e ritoccando continuamente il condensatore di accordo sino ad ottenere l'audizione massima. Se la reazione è ben regolata la ricezione è fortissima.

Circuito con una valvola in alta frequenza ed una detectrice.

L'amplificazione in alta frequenza è indispensabile per ricevere le stazioni molto lontane ed ha il vantaggio di procurare un'audizione pura, esente dalle deformazioni introdotte dalla valvola in bassa frequenza. Abbiamo un trasformatore in alta senza ferro ad accoppiamento fisso e primario accordabile che trasmette alla griglia della

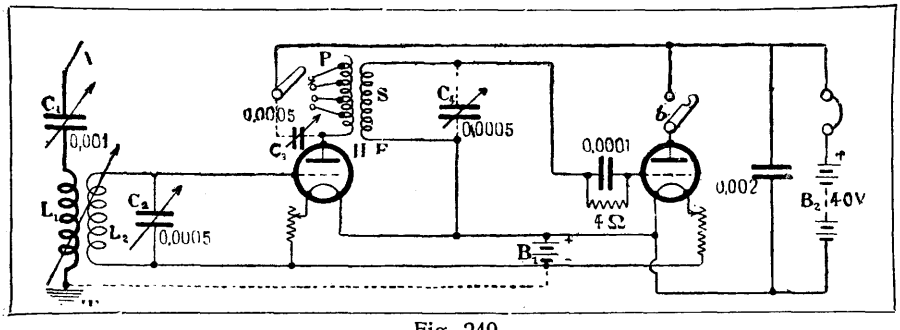


Fig. 249

detectrice le oscillazioni già amplificate dalla prima valvola. L'interruttore *b* serve ad introdurre una bobina di reazione facoltativa che si accoppia con L_2 la quale rimane fissa fra L_1 e la reazione.

Il trasformatore in alta avrà 4 prese (onde da 300 a 3.000 metri) esso è composto da una carcassa di ebanite di 4 cm. di diametro per 8 di lunghezza, nella quale sono scavate 8 scanalature di 2 mm. di larghezza, profonde 1 cm. Le gole 1 e 2 portano ciascuna 80 spire di rame di 2/10 in seta; 3 e 4 avranno 100 spire, 5 e 6 = 150 spire, 7 ed 8 = 250 spire. Gli avvolgimenti delle gole 1, 3, 5, 7 sono unite in serie per costituire il primario, con prese alle spire 80, 180, 330, 580. Gli avvolgimenti delle gole 2, 4, 6 ed 8 sono unite in serie e formano il secondario. Abbiamo cioè uno di quei trasformatori di tipo sandwick già descritti.

Circuito ad una valvola in alta frequenza a risonanza ed una detectrice a reazione.

Questo circuito è veramente consigliabile per i buoni risultati e per la facilità di costruzione, esso è attualmente fra i più usati.

La prima valvola realizza l'accoppiamento fra il primario A L, C_1 T intercalato nel circuito di griglia ed il secondario $L_2 C_2$ intercalato nel circuito di placca. Quando il circuito di risonanza $L_2 C_2$ è accor-

dato sull'onda da rievere, la sua resistenza apparente diventa grandissima su questa lunghezza d'onda di cui il passaggio si trova bloccato fra la placca e la self L_2. Veniamo così a disporre in questo punto di una forte differenza di potenziale in alta frequenza, che si trasmette alla griglia della seconda valvola con un condensatore di piccola capacità. Poichè il circuito non amplifica che una sola lunghezza d'onda, la sua selettività è buonissima.

La reazione di L_1 su L_2 rende il circuito ancora più sensibile.

Regolazione. — Accordare contemporaneamente il circuito di antenna e quello di risonanza sino a che il fischio di reazione indica

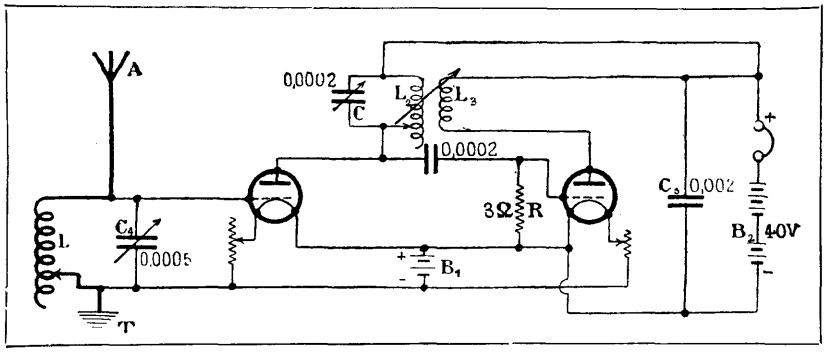


Fig. 250

che ci sovrapponiamo già sull'emissione ricevuta, diminuire poi la reazione agendo sulla self L_3 e ritoccare l'accordo dei circuiti primario e secondario ad ogni cambiamento della posizione di L_3. Converrà usare due reostati di accensione, uno sulla prima ed uno sulla seconda valvola.

Per utilizzare bene la reazione conviene usare una giusta tensione di placca; se la tensione di placca è esagerata il circuito diventa instabile in vicinanza del punto di adescamento della reazione.

Quando si modifica l'accensione della prima o della seconda valvola si deve pure modificare la regolazione della reazione e quella degli altri circuiti.

Di facilissima costruzione, questo circuito dà dei risultati superiori *su tutte le lunghezze d'onda.* Si usa su antenna e il valore delle self a nido d'api è il seguente:

Lunghezza d'onda	Self primaria L_1	Self secondaria L_2	Self reattiva L_3
265 metri	25 spire	50 spire	75 spire
320 —	35 —	75 —	100 —
380 —	50 —	75 —	100 —
450 —	50 —	75 —	100 —
1.050 —	100 —	150 —	150 —
1.780 —	200 —	200 —	150 —
2.600 —	300 —	300 —	200 —

Volendolo usare un telaio quadrato, le sue dimensioni saranno:

Lunghezza d'onda	Lato del quadro	Numero delle spire incluse	Distanza fra le spire
300	m. 0,60	10	3 mm.
300 . 600 . 1000 . 1800 . 2600	m. 1,30	5 . 8 . 15 . 25 . 55	6 mm.
300 . 600 . 1000 . 1800 . 2600	m. 2,00	3 . 7 . 11 . 20 . 40	10 mm.
300 . 600 . 1000 . 1800 . 2600	m. 2,60	3 . 5 . 9 . 15 . 30	15 mm.

Si userà filo di 10 ÷ 12 decimi isolato con 2 strati di cotone.

CIRCUITI A 3 VALVOLE.

Circuito con due valvole in alta frequenza ed una detectrice.

Il commutatore S_1 permette di abolire uno stadio in alta frequenza quando la ricezione è già intensa. Si noterà che i circuiti di placca

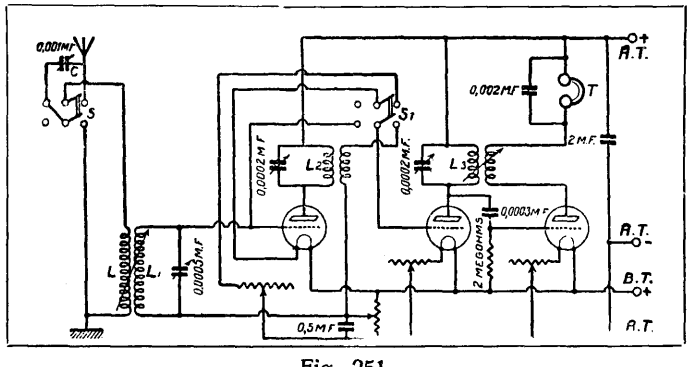


Fig. 251

delle due prime valvole portano un condensatore di accordo (circuito detto ad anodo accordato od accordo di placca o *tuned anode* degli americani). Il controllo della tensione di griglia fatto col potenzio-

metro di 300 ohm impedisce il nascere delle autooscillazioni. Il commutatore S serve a mettere il condensatore C in serie od in parallelo con l'antenna per ottenere l'accordo. Le self L_1, L_1, L_2, L_3 hanno il valore normale che corrisponde alla lunghezza d'onda da ricevere, infatti coi loro condensatori formano altrettanti circuiti oscillanti da accordarsi sull'onda da ricevere. Le caratteristiche dei condensatori sono indicate sullo schema. AT e BT indicano rispettivamente le connessioni da farsi con la batteria ad alta tensione (placca) e bassa tensione (filamento).

Questo circuito, selettivo al massimo grado, è indicato per ricezioni a grandissima distanza.

Circuito con una valvola in alta frequenza in risonanza, una detectrice e una in bassa frequenza.

Circuito adatto per grandissime distanze, che ha il pregio non comune di non richiedere la presa di terra. La self S è una bobina

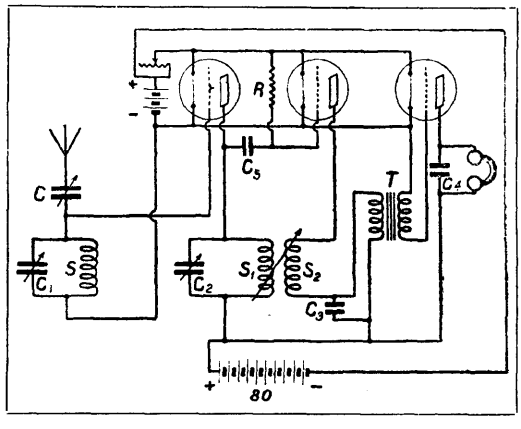


Fig. 252

« gamma » a nido d'api di valore variabile a seconda delle lunghezze d'onda da ricevere. La bobina S_1 è un'altra di queste bobine e forma con la capacità C_2 un circuito oscillante di risonanza. La self S_2 accoppiata induttivamente ad S_1 è una self di reazione che produce le necessarie oscillazioni sul circuito S_1 C_1.

Si potrebbe anche accoppiare questa bobina di reazione con la self di antenna, ma si andrebbe facilmente in reazione sull'aereo.

La deteczione è prodotta nel circuito di griglia della seconda val-

vola dall'insieme capacità-resistenza (la resistenza R vale circa 5 megaohm). Il trasformatore in bassa è a circuito magnetico chiuso, con rapporto 1/5. La serie di bobine «gamma» da impiegare è quella normale da 10 bobine e si trova da tutti i rivenditori.

C, condensatore a verniero 0,5/1000 Mfd. - C_1, condensatore variabile da 1/1000. - C_2, condensatore variabile 0,5/1000. - C_3 e C_4, condensatori fissi da 2/1000. — C_5, id. 0,25/1000. - R, resistenza in silite 5 megaohm.

Su un'antenna ben orientata e accuratamente isolata si ricevono tutte le stazioni europee e qualcuna americana.

Il circuito Reinartz per onde corte.

I circuiti di Reinartz, il famoso dilettante americano, sono da usarsi solo nel campo delle onde corte, campo specialmente preso di mira dai dilettanti con risultati sorprendenti.

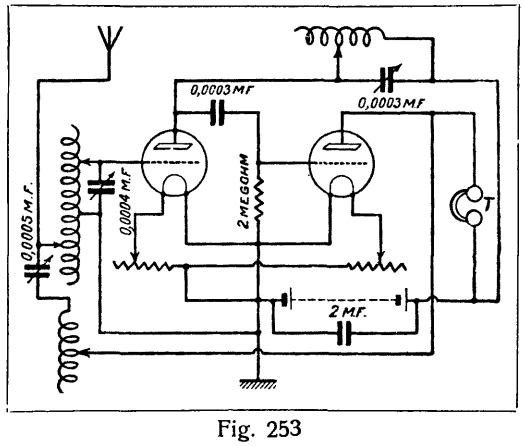


Fig. 253

Uno dei vantaggi di questo circuito è di non richiedere l'accordo del circuito antenna-terra su ciascuna lunghezza d'onda. Inoltre vengono grandemente ridotti tutti gli effetti di capacità che sono sensibilissimi sulle onde corte, tanto da impedire alla mano dell'operatore di regolare l'apparecchio. Il fatto di non richiedere l'accordo aero-terra è un vantaggio indiscutibile e permette di usare antenne di grandissime dimensioni. In altre parole il circuito primario del ricevitore funziona da aperiodico.

Gli schemi seguenti illustrano questo circuito che si presta a numerose varianti.

Nella figura 253 vediamo lo schema più semplice. Unito ad un'antenna usuale da dilettante, le sue self avranno le seguenti dimensioni:

La porzione compresa fra la griglia ed il filamento dovrà avere 40 spire con prese ad ogni 5 spire. Fra il filamento e la presa di antenna abbiamo 10 spire con una presa per ogni spira.

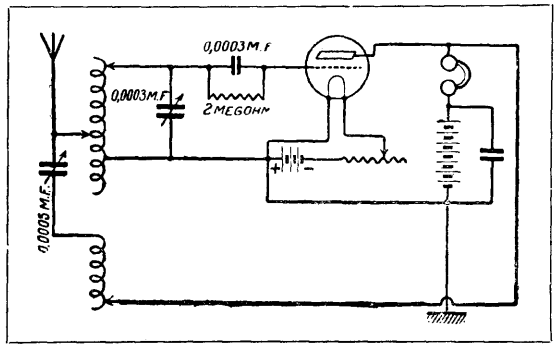


Fig. 254

La bobina inferiore consisterà in 30 spire con presa ad ogni 10 spire. Le self vanno bobinate nello stesso senso su un supporto di 7 cm. di diametro.

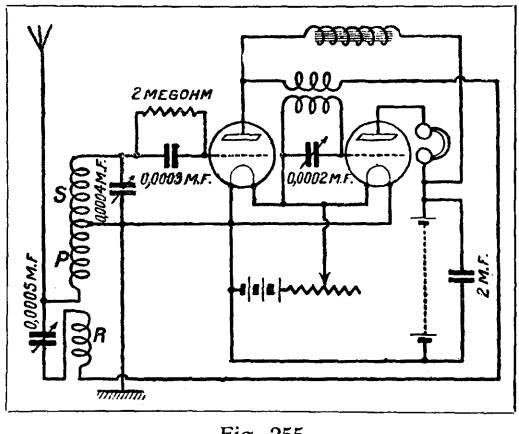


Fig. 255

La figura 254 mostra lo stesso circuito con l'aggiunta di uno stadio di amplificazione ad alta frequenza, con accordo di placca.

La figura 255 è un Reinartz con amplificazione in alta frequenza a trasformatore. Per evitare le mutue reazioni fra le due valvole la distribuzione della corrente costante al circuito di placca della prima

valvola è fatto per mezzo di una bobina a nucleo di ferro che potrebbe essere rappresentata da un trasformatore con gli avvolgimenti primario e secondario uniti in serie.

Nei ricevitori Reinartz è sempre possibile aggiungere un'ulteriore amplificazione in bassa frequenza.

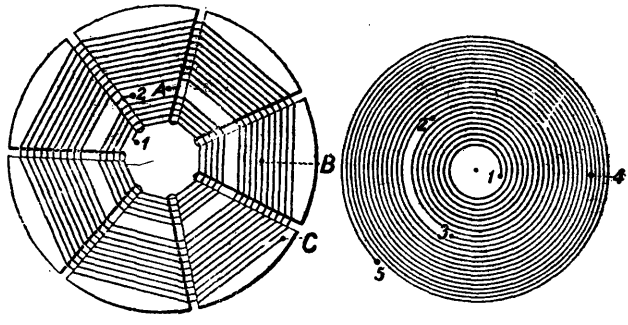


Fig. 256. — I tre avvolgimenti di un Reinartz montati sullo stesso supporto

Il tipo ora descritto ad una sola valvola è già sufficiente per dare eccellenti risultati.

Riguardo alla costruzione delle bobine R, P ed S (fig. 256), si potranno usare diversi procedimenti, ma il più semplice e preciso è forse il seguente: i tre avvolgimenti sono bobinati sullo stesso supporto ed i valori delle self e la loro disposizione si ottengono così:

A partire dal centro, fra 1 e 2, troviamo l'avvolgimento di reazione R composto da tre spire. Ogni porzione di self comprende 15 spire, dunque 45 spire in totale, fra l'inizio che è al centro (1) e il punto segnato col numero 2.

L'avvolgimento primario P si inizia dal punto A. Fra A e 2 esiste sullo schema uno spazio bianco che indica un'interruzione del filo. Infatti il filo che si ferma in 2 andrà su una delle armature del condensatore di reazione (l'inizio di questo filo è collegato alla placca).

Il punto A è unito alla seconda armatura del suddetto condensatore. Inoltre A si trova collegato con l'antenna poichè A è appunto l'inizio del primario che termina nel punto B. Questo punto B è in comune fra gli avvolgimenti primario e secondario ed è unito alla terra.

Da A a B (primario) abbiamo otto prese alle seguenti spire: 2, 4, 6, 8 e da questo punto si inizia una presa per ogni spira sino ad ottenere in totale 8 prese.

Fra B (punto comune) e C si estende il secondario S il quale ha una presa dopo 16 spire, una seconda dopo altre 7 spire ed una terza presa pure dopo altre 7 spire. In C finisce l'avvolgimento. La manetta di presa di contatto sui bottoni del secondario è unita da una parte con il condensatore in derivazione (prima della griglia) e dall'altra con il condensatore variabile di accordo.

La complicazione di questo circuito è più apparente che reale.

Circuito Reinartz seguito da due valvole in bassa frequenza a trasformatore.

E' un circuito Reinartz semplificato il quale permette la ricezione di onde corte e medie ad una notevole distanza.

La self primaria L_1 è di 15 spire di filo di 6/10 a due strati di cotone e con prese ad ogni 5 spire. La self L_2 è di 50 spire dello stesso

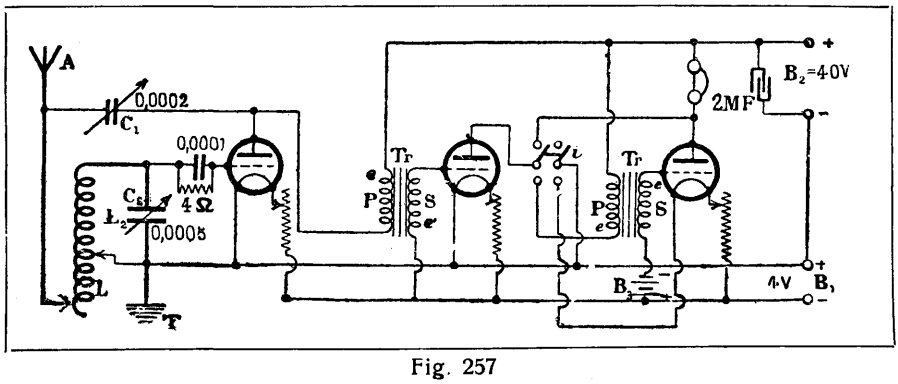


Fig. 257

filo con presa ad ogni 2 spire a partire dalla 10ª spira. Il condensatore C_1 regola la reazione. Le entrate nei trasformatori sono indicate dalla lettera *e*, ed entrambi i trasformatori sono a rapporto 1/5. L'interruttore *i* permette di ricevere a volontà con uno o due stadii in bassa frequenza. Si nota che sovente con un solo stadio in bassa l'audizione è più pura. A questo circuito si può facilmente aggiungere una valvola in alta frequenza. L'unica precauzione da prendere nei circuiti Reinartz è quella di montare le parti ben distanti una dall'altra per evitare reciproche azioni dei vari organi. Questa precauzione è del resto da prendersi su tutti gli apparecchi ad onde corte.

La ricezione è intensa e pura, in altoparlante da 300 a 400 km. ed in cuffia ad oltre 2.000 km. su buona antenna esterna.

Il circuito a doppia amplificazione o circuito Reflex.

E' forse il circuito che ha ottenuto un maggior successo fra i dilettanti perchè è quello che consente di utilizzare meglio le valvole. Infatti nel reflex la stessa valvola è utilizzata per l'amplificazione in alta e in bassa frequenza. Cioè le oscillazioni amplificate in

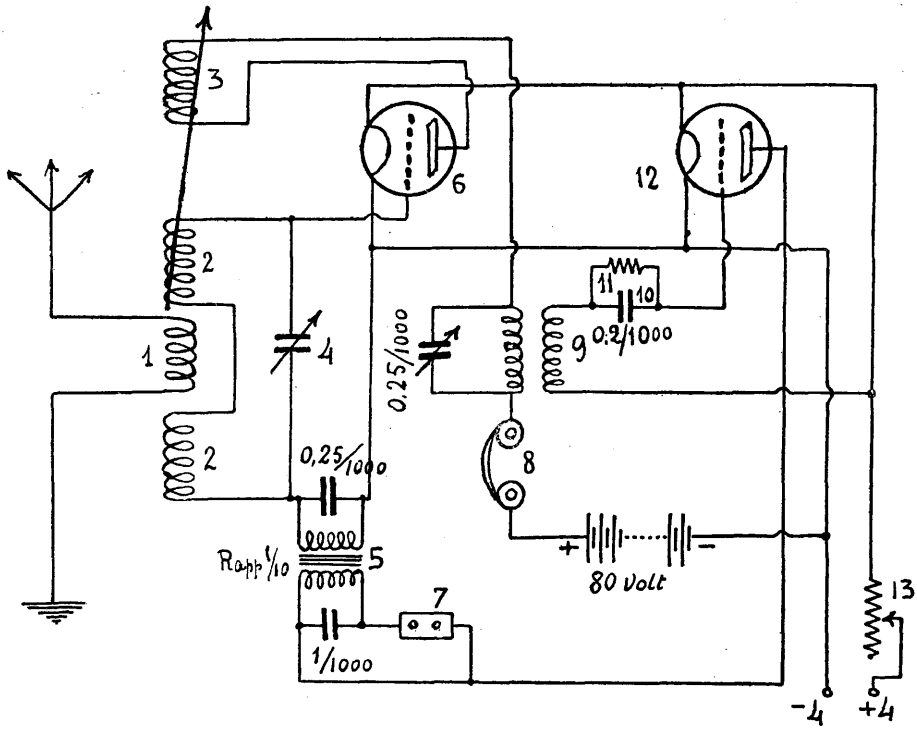
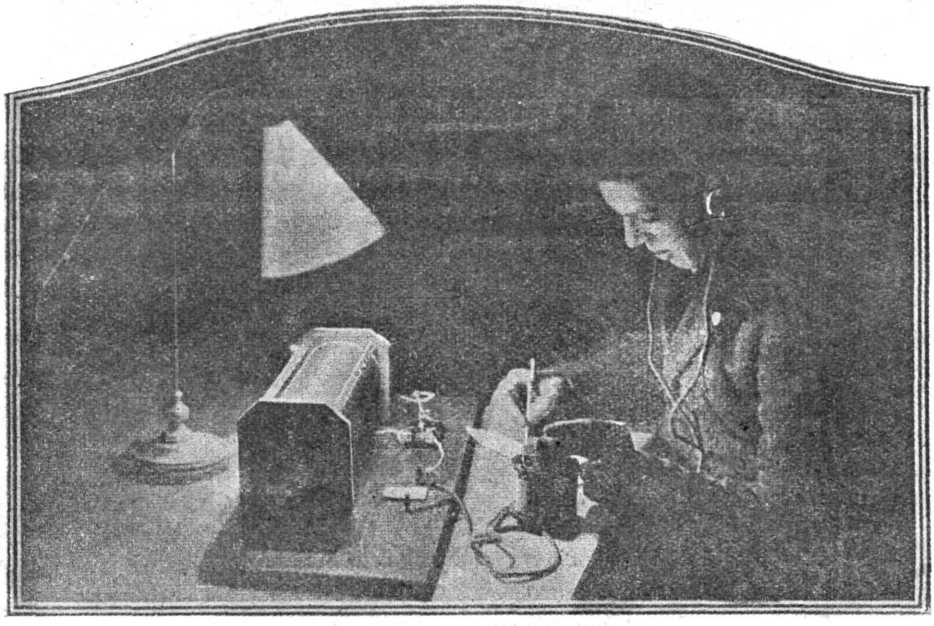


Fig. 258. — Reflex a 2 valvole: 1, bobina primaria (10 spire di $^6/_{10}$); 2, bobina secondaria (45 spire di $^6/_{10}$); 3, bobina di reazione (20 spire di $^6/_{10}$); 4, condensatore variabile da mezzo millesimo di MFD; 5, trasformatore in bassa rapporto $^1/_{10}$; 6, prima valvola; 7, spina o jack che permette di ricevere senza utilizzare l'effetto reflex; 8, cuffia od altoparlante; 9, trasformatore in alta a ferro, 10, capacità di 0.2 millesimi; 11, resistenza di 5 megaohm; 12, seconda valvola; 13, reostato di circa 2 ohm.

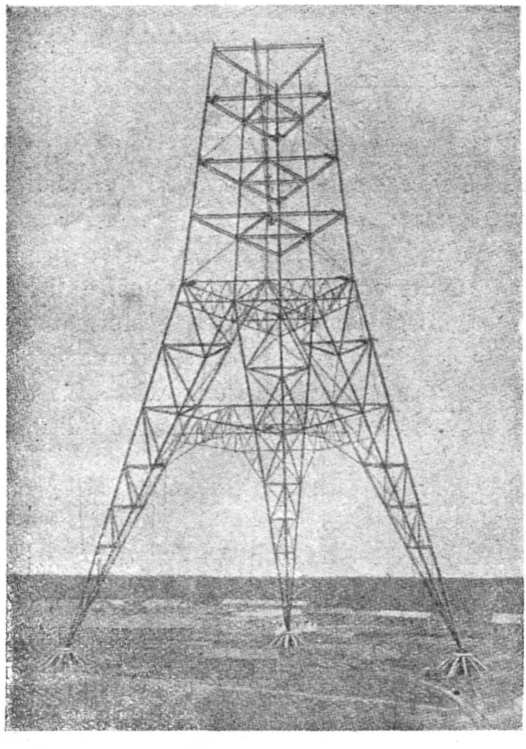
alta frequenza da una valvola sono rinviate su di essa che le amplifica nuovamente in bassa frequenza.

Il montaggio di un simile circuito non è difficile ma non è consigliabile al dilettante come primo lavoro, a meno che non sia aiutato da qualche collega esperto. L'unico inconveniente del circuito è che se eseguito malamente può dar luogo a delle oscillazioni parassite

Prezzo L. 1,50 - *Supplemento al N.° 8 (1926)* di "IL GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI", G. Lavagnolo, *direttore-responsabile*



Un ricevitore a galena



Il pilone di una grande trasmettente
in corso di montaggio

in bassa frequenza. Si consiglia perciò di attenersi strettamente ai valori indicati negli schemi.

L'antenna è aperiodica, cioè non accordata, e la self 1 è accoppiata con la self 2 del circuito oscillante primario. In realtà le self 1 e 2 sono bobinate sullo stesso supporto.

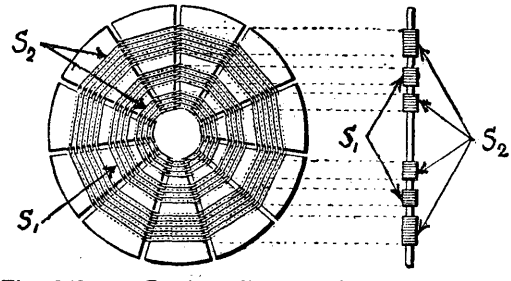


Fig. 259. — Bobina di accoppiamento del circuito d'antenna con il circuito oscillante primario

La self 2 (fig. 258 e 259). è divisa in due parti S_2 e la self 1 è rappresentata in S_1 bobinata fra le due metà della self S_2.

La self d'antenna porta 10 spire di filo di 6/10 e le self del circuito oscillante 45 spire dello stesso filo.

La self 2 ha in derivazione una capacità variabile da mezzo ad un millesimo di microfarad.

Uno degli estremi di questa self è connesso alla griglia, l'altro al polo negativo del filamento per mezzo dell'avvolgimento secondario del trasformatore 5. Una capacità fissa da 0,25 millesimi è derivata su quest'ultimo avvolgimento.

Le oscillazioni alta frequenza amplificate dalla prima valvola percorrono la bobina di reazione 3 portante 20 spire di filo di 6/10 e si dirigono nell'avvolgimento primario del trasformatore in alta frequenza 9. L'uscita di questo avvolgimento è connessa al positivo della batteria anodica ed in mezzo vi si inserisce la cuffia o l'altoparlante. E' bene shuntare la cuffia col solito condensatore di 0,15 millesimi di microfarad.

Il primario del trasformatore in alta frequenza è shuntato da un condensatore fisso di 0,25 millesimi.

Le oscillazioni ad alta frequenza sono trasmesse dal secondario del trasformatore 9 alla griglia della valvola detectrice. Quest'ultima le riduce a bassa frequenza e le dirige nel primario del trasformatore in bassa 5 il cui secondario, come si è detto, fa parte del circuito di gri-

glia della prima valvola. il primario di questo trasformatore di rapporto $^1/_{10}$ è shuntato da una capacità di $^1/_{1000}$.

Trasmesse alla griglia della prima valvola le oscillazioni a bassa frequenza sono *riamplificate* nuovamente da essa. La prima valvola è dunque contemporaneamente amplificatrice in *bassa* ed in *alta* frequenza.

I valori del circuito servono per lunghezza d'onda da 200 a 500 metri ed attenendosi scrupolosamente ad essi non può mancare un ottimo risultato.

Circuito Reflex semplificato a 2 valvole.

La reazione si ottiene accoppiando le self L_2 e L_3 ed in questo modo non si ha reazione sull'aereo.

I valori delle self a nido d'api sono i seguenti:

Lunghezza d'onda	Self d'autenna L_1	Self di placca L_2	Self de reazione L_3
300 a 500 metri	35 a 50 spire	50 a 75 spire	75 spire
600 a 700 —	50 a 75 —	100 a 150 —	100 —
800 a 1.000 —	75 a 100 —	150 a 200 —	150 —
1.000 a 1.500 —	75 a 100 —	150 a 200 —	150 —
1.600 a 1.800 —	150 a 200 —	250 a 300 —	200 —
2.500 a 2.700 --	200 a 300 —	300 a 400 —	300 —

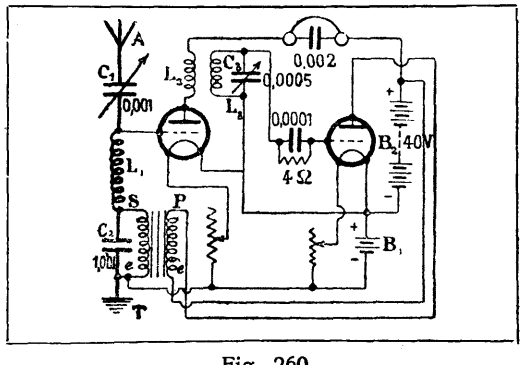


Fig. 260

Il trasformatore P, S, ha il rapporto da 1 a 5 e le entrate sono indicate dalla lettera *e*, la seconda valvola è una detectrice ordinaria.

Riceve in altoparlante ad oltre 200 km. su piccola antenna esterna.

Circuito Reflex a tre valvole.

E' analogo al precedente, ma con l'aggiunta di una valvola a bassa frequenza e trasformatore. Il condensatore fisso in derivazione al primario del trasformatore in bassa frequenza è di 1 millesimo, ed

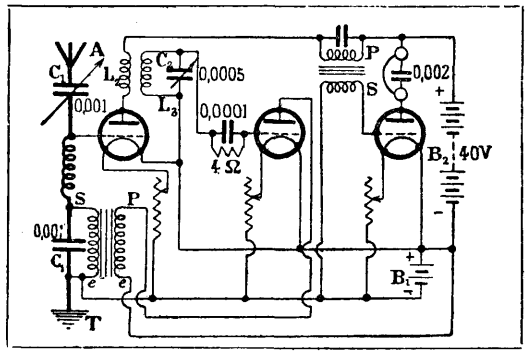


Fig. 261

il trasformatore di rapporto 1/3. Come in tutti i reflex, la riuscita dipende in gran parte dalla bontà dei trasformatori. Provando il circuito si inserirà sempre per *prima* la batteria di accensione e poi quella di placca, raccomandazione che è utile in tutti i casi.

Circuito a 4 valvole C. 119 bis.

Ogni dilettante ha la pretesa di scoprire qualche nuovo circuito e lo battezza col proprio nome o con una sigla od un numero. Non sappiamo chi sia l'autore del 119 bis, ma certo che questo è uno dei circuiti più facili e di riuscita più sicura. Ha due valvole in alta, una detectrice e una in bassa frequenza.

La self semi-aperiodica S è composta da 300 spire, con sei prese equidistanti, di filo di nichelcromo, argentana o costantana da 1/10 di mm. di diametro, coperto in seta: essa serve per lunghezze d'onda dai 180 ai 540 mt., per lunghezze maggiori si può aumentare il numero di spire, oppure sostituire la bobina con una resistenza di 100.000.

Per non prolungare troppo la descrizione dei circuiti, descrizione che rischierebbe di annoiare il Lettore, intercaliamo un breve cenno sulla cuffia e sull'altoparlante, che trovano fra loro applicazione in tutti i circuiti. La descrizione dei circuiti sarà poi ripresa nelle pagine seguenti.

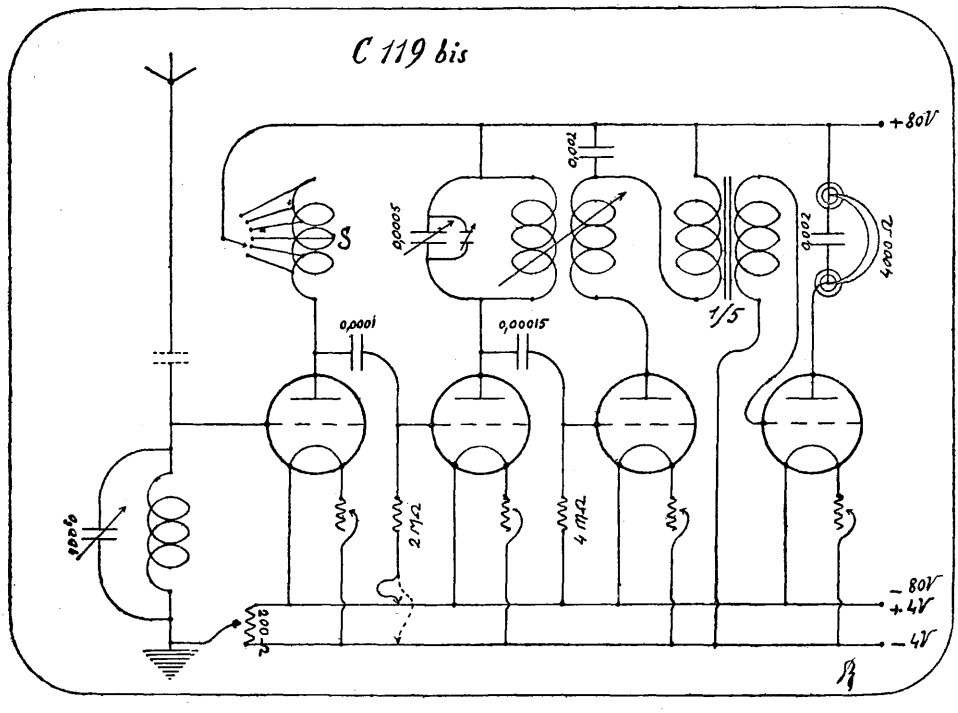


Fig. 262

CUFFIE, DIFFUSORI E ALTOPARLANTI.

Le ordinarie cuffie ricevitrici, le sole che consentano una ricezione purissima, non differiscono molto dai comuni ricevitori da telefono. Schematicamente si compongono di un'elettrocalamita (fig. 263)

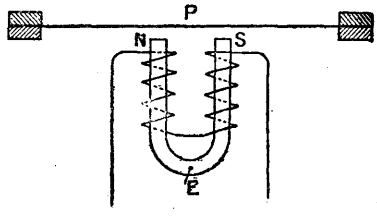


Fig. 263. — Principio del ricevitore

percorsa dalla corrente rivelata dal ricevitore a valvole od a galena. L'armatura di quest'elettrocalamita è costituita da una sottile membrana o piastrina P in lamiera dolce, tenuta ferma lungo tutta la pe-

riferia. Il passaggio della corrente nell'elettrocalamita provoca un'attrazione della membrana P, attrazione più o meno forte a seconda dell'intensità della corrente.

Queste variazioni nella forza d'attrazione mettono in vibrazione la membrana, la quale a sua volta fa vibrare l'aria circostante. I mo-

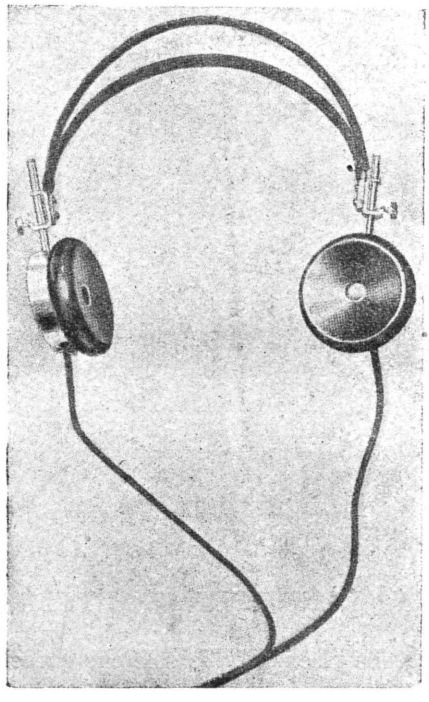


Fig. 264. — Cuffia per ricezione

vimenti rapidi dell'aria (onde sonore) arrivano nel nostro orecchio e vi danno la sensazione del suono.

Non esiste alcuna difficoltà per costruire un ricevitore capace di dare *dei suoni,* tutta la difficoltà consiste invece nell'ottenere suoni puri, cioè riproduzioni fedeli ed istantanee delle variazioni della corrente microfonica.

Per ottenere ciò sarebbe necessario sopprimere ogni inerzia elettrica e meccanica, il che non è praticamente possibile. Anche la più sottile lamiera vibrante ha una *massa* propria e quindi un'inerzia, cioè i suoi movimenti sono sempre un po' in ritardo rispetto alle cause che li producono.

A fianco dell'inerzia meccanica vi è anche l'inerzia magnetica delle elettrocalamite. Ricordiamo infatti che il flusso magnetico segue la corrente elettrica con un certo ritardo dovuto al noto fenomeno di isteresi. In verità non si può dire che siano i ritardi quelli che ci disturbano, se i ritardi fossero costanti l'audizione non sarebbe affatto disturbata. La causa del disturbo è invece che i ritardi variano col variare della frequenza delle vibrazioni della membrana, cioè con i suoni.

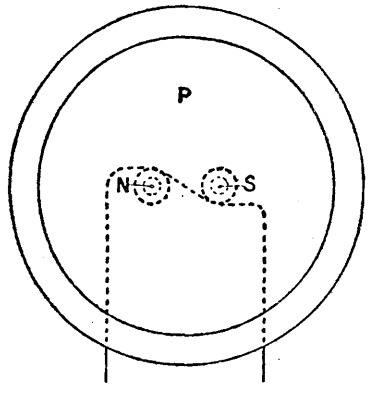


Fig. 265. — Sezione orizzontale di un ricevitore

Un suono acuto (vibrazioni rapide della membrana) subisce un ritardo diverso da un suono basso (vibrazioni lente). Infine l'inerzia prolunga i suoni anche dopo l'istante in cui la corrente si annulla, causando curiose sovrapposizioni.

Poichè non possiamo sopprimere completamente il fatto fisico dell'inerzia, non c'è altro da fare che cercare di ridurla il più possibile ricorrendo a due rimedi: 1° utilizzando membrane sottilissime e leggiere, 2° adottando dei magneti permanenti invece dei semplici ferri dolci come nuclei dell' elettrocalamite.

Spiegherò un po' meglio le conseguenze di quest'ultima disposizione.

Il magnete permanente attira costantemente la membrana P. Ne consegue che, anche in assenza di corrente, la membrana P è deformata e più vicina all'elettrocalamita; essa occuperà pertanto la posizione P_1 (fig. 266) rimanendo in istato di tensione meccanica.

Supponiamo ora che una corrente passi nelle bobine: la sua azione andrà evidentemente a sommarsi con quella della calamita perma-

nente, e siccome la membrana è già tesa, così essa sarà maggiormente sensibile alle attrazioni supplementari ed alle loro variazioni.

Il fenomeno si può agevolmente comprendere paragonandolo al seguente che possiamo osservare in noi stessi:

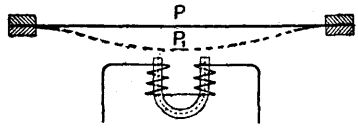


Fig. 266. — Membrana o piastrina vibrante tesa dal magnete

In presenza di un possibile pericolo, i nostri sensi si mettono automaticamente in tensione in modo da essere prontissimi ad agire quando ne sia il caso; l'istinto cerca così di sopprimere od almeno ridurre l'inerzia dei sensi, vale a dire, il ritardo obbligatorio fra l'i-

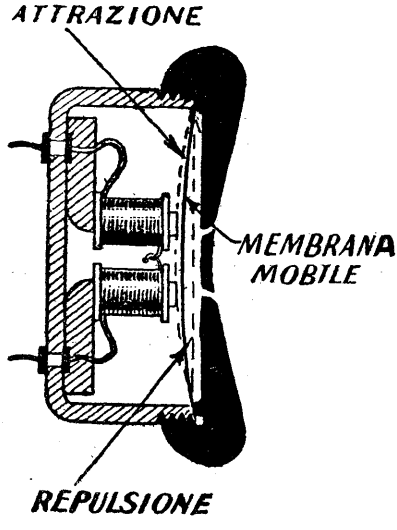


Fig. 267. — Sezione di un ricevitore mostrante il movimento alternativo della membrana

stante in cui avviene il fenomeno e il momento in cui lo si percepisce. Quest'operazione che ci rende più pronti nella percezione si può chiamare, a seconda degli organi: tendere l'orecchio, aguzzare lo sguardo, irrigidire i muscoli, ecc.

Un'altro fenomeno importantissimo è la risonanza delle membrane ricevitrici.

Ogni sistema elastico (e la membrana tesa è appunto tale) sottoposto ad un urto, vibra con una determinata frequenza, determinata dalla sua costituzione e quindi indipendentemente dall'urto ricevuto: è il principio di tutti gli strumenti musicali. La nostra membrana vibrerà dunque con una sua certa frequenza particolare o come si dice, *con un proprio periodo di oscillazione.*

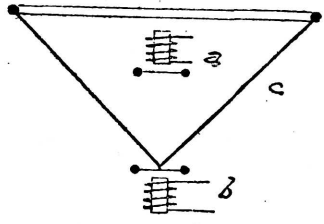


Fig. 268. — Sezione del diffusore Pathé

Se, anzichè un solo urto, riceve una serie di urti successivi, ad intervalli regolari sempre più brevi, arriverà un momento in cui la fequenza di questi urti coinciderà con la frequenza propria di vibrazione della membrana e si dice che allora *vi è risonanza.*

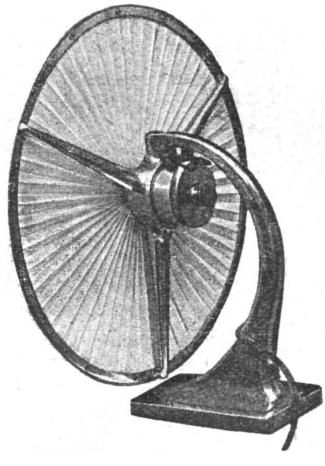


Fig. 269. — Diffusore Lumière

La risonanza ha per effetto di amplificare le oscillazioni, cioè i diversi impulsi che si susseguono vengono a *sommarsi* fra di loro in modo da esaltare l'effetto. Siccome la risonanza amplifica *solo* il suono a cui corrisponde, e non gli altri, così essa è assolutamente da evitarsi nelle membrane telefoniche. Per evitare la risonanza bisogne-

rebbe che la membrana avesse una frequnza propria di vibrazione elevatissima, cioè fuori del campo dei suoni udibili (30 mila periodi al secondo) vale a dire dovrebbe essere leggerissima e priva di inerzia.

Attualmente le cuffie da radiofonia hanno raggiunto un notevole grado di perfezionamento tale da consentire una ricezione purissima. Commercialmente parlando si giudica la qualità di una cuffia dalla

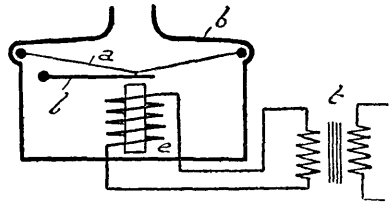


Fig. 270. — Altoparlante Brown (schema)

sua resistenza in ohm (da 2.000 a 6.000 ohm). A questo proposito devo però dire che il numero di ohm stampato su ogni cuffia non corrisponde quasi mai a quello effettivamente misurato, alcuni costruttori poco scrupolosi vendono delle cuffie a 4.000 ohm che praticamente non ne hanno più di 600. Anche con 600 ohm si ha però una buona ricezione.

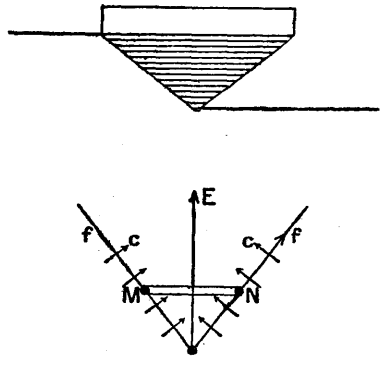


Fig. 271. — Particolare della bobina, direzioni e risultante delle forze

Chi possiede un apparecchio ricevente non sempre si adatta a ricevere in cuffia, ma preferisce usare l'altoparlante, pure sapendo che questo deforma i suoni e rende la recezione rauca e nasale, come la tromba di un grammofono.

Prima di parlare dgli altisonanti o rinforzatori dei suoni, converrà dire qualcosa dei semplici diffusori, che non sono altro che rice-

vitori ordinari ai quali si aggiunge un cono di cartone destinato a diffondere meglio i suoni nell'ambiente.

I diffusori (Pathé, Lumière, ecc.) hanno le forme più svariate, che rispondono sovente a degli studi assai minuziosi sulla propagazione e riflessione dei suoni. Malgrado ciò il cono, padiglione o tromba del diffusore è in realtà quello che maggiormente deforma la voce, perchè i suoni trasmessi sono modificati dalle vibrazioni locali ed in particolare nello spazio compreso nella tromba stessa.

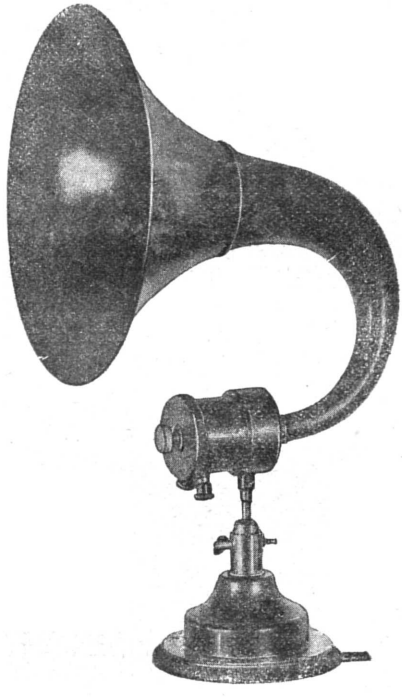


Fig. 272. — Altoparlante Elgevox

Il diffusore Pathé (fig. 268) non è difficile da costruire, ed è basato su un principio un po' diverso. Esso si compone di un cono *c* di cartone rigido, vibrante sotto l'azione della membrana del ricevitore.

Nel tipo usuale il ricevitore è piazzato dentro al cono *a* e si ottiene una grande purezza, ma a detrimento dell'intensità.

In un tipo speciale il cono *c* riposa sulla membrana del ricevitore *b* per mezzo di una punta metallica. In questo caso la purezza è minore, ma l'intensità è più forte.

Anche il diffusore Lumière (fig. 269) ha dato dei discreti risultati. Si compone di un disco di carta in forma di ventaglio, unito alla membrana del ricevitore. Così tutte le parti del ventaglio entrano in vibrazione e si ottiene una notevole intensità.

Si è anche tentato di utilizzare dei relais microfonici come rinforzatori di suoni, ma i risultati furono scadenti. Qualcosa di buono si è invece ottenuto disponendo col diffusore una cassa di risonanza.

Veniamo ora agli altoparlanti propriamente detti: essi si compongono sempre di due organi distinti: il ricevitore propriamente

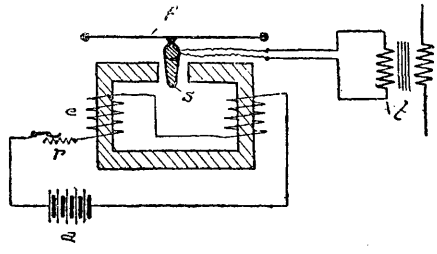


Fig. 273. — Altoparlante a batteria

detto (cioè l'organo che trasforma la corrente in vibrazioni sonore) ed il rinforzatore destinato a concentrare e rinforzare i suoni.

I notissimi altoparlanti Brown, imitati da moltissimi costruttori, appartengono ad un tipo speciale: il ricevitore ad elettrocalamita normale *e* (fig. 270) è alimentato per mezzo di un trasformatore *t* unito all'altoparlante. L'elettrocalamita *e* può attirare un'armatura metallica *l* unita ad un diaframma conico *a* in alluminio sottilissimo, tenuto a posto da un anello nella scatola *b* dell'apparecchio stesso. Il trasformatore *t* ha un rapporto di trasformazione uguale ad 1.

Abbiamo poi gli altoparlanti elettromagnetici che comprendono una piccola bobina unita all'amplificatore mediante un trasformatore: questa bobina si muove fra i poli di un magnete permanente o di un'elettrocalamita. Siccome il campo magnetico rimane costante, la bobina oscillerà fra le estremità polari a seconda delle variazioni di intensità fornite dall'amplificatore ed i suoi movimenti vengono comunicati ad un diaframma.

Si ottengono così grandi intensità di suono, cioè recezione voluminosa, ma si richiedono amplificatori assai potenti.

Le figure 273 e 274 mostrano alcuni tipi del genere.

Nel primo si impiega una sola bobina *s*, senza ferro, unita al diaframma *f* e l'elettrocalamita è alimentata da una batteria da 6 volt.

Il tipo della figura 273 è ancora più potente: si compone di due piccole bobine *b* unite da un diaframma *f*.

La figura 275 mostra un'altro tipo abbastanza conosciuto (Gaumont) BC è un forte elettromagnete alimentato da una sorgente ausiliaria (2 ampère, 6 volt). Esso determina un elevato campo ma-

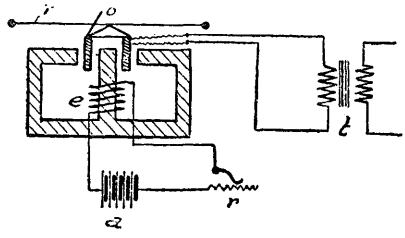


Fig. 274. — Altoparlante a batteria e due bobine

gnetico nel traferro *e* nel quale troviamo una bobina B. Questa bobina è costituita da un cono di seta che porta avvolto un filo conduttore finissimo, percorso dalla corrente rivelata. Fra questa corrente ed il campo magnetico si sviluppano naturalmente delle forze elettroma-

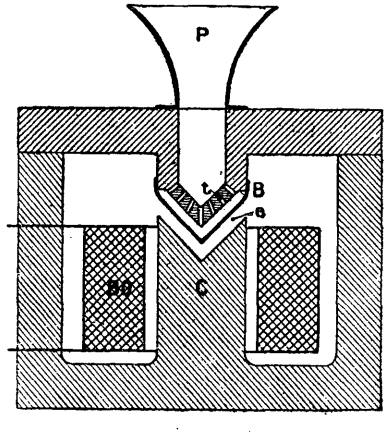


Fig. 275. — Altoparlante Gaumont

gnetiche dirette perpendicolarmente al campo nel traferro, ed alla corrente.

In ogni punto del traferro la direzione del campo sarà *c* (fig. 271). Le forze che agiscono sui conduttori avranno invece una direzione *f* e la loro risultante E sarà diretta verso l'asse del cono elastico. Questo cono elastico, sottoposto a sforzi variabili, si apre e si chiude com-

primendo più o meno l'aria compressa fra esso ed il metallo. L'aria passa per i fori *t* e le sue vibrazioni mettono in moto il padiglione e la colonna d'aria interna.

Questi altoparlanti hanno tre difetti: l'alto prezzo, l'estrema delicatezza dei loro organi e la necessità di una batteria supplementare per la loro alimentazione.

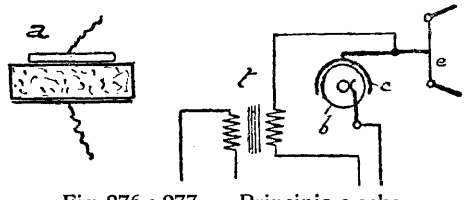


Fig. 276 e 277. — Principio e schema degli altoparlanti elettrostatici

In ultimo si possono citare gli altoparlanti elettrostatici, pochissimo conosciuti e, per ora, poco pratici. Tuttavia si sono fatti esperimenti conclusivi con una lastrina d'ardesia o di pietro litografica, ricoperta da un foglio di stagno e riposante su un disco di rame (fig. 276). Si può infatti constatare che, quando le armature sono

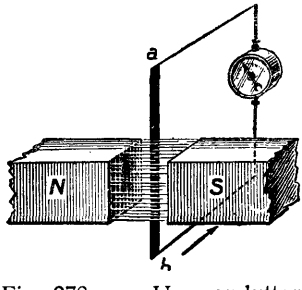


Fig. 278. — Un conduttore che si muove in un campo magnetico provoca una corrente indotta

portate ad un certo potenziale si hanno delle vibrazioni ed il sistema si comporta in realtà come un condensatore.

L'apparecchio della figura 277 è basato su questo principio ed è composto da un disco rotante lentamente (ardesia, marmo, ecc.) circondato parzialmente da una lama metallica *c* unita ad un diaframma *e*. Le armature sono intercalate in un circuito comprendente il secondario del trasformatore *t* ed una tensione di polarizzazione di 100 a 150 volt.

Da tutto questo vediamo come l'altoparlante non sia ancora giunto ad una grande perfezione, molto c'è ancora da fare, e la soluzione è cercata in diversi campi. Ogni nuovo apparecchio che compare sul mercato segna per lo più qualche perfezionamento, ma se e facile ottenere ricezioni forti o voluminose, è difficilissimo ottenere ricezioni nitide e pure.

Una novità è data dagli apparecchi a nastro del Round, costruiti ora dalla Siemens. Ecco di che si tratta: poniamo un conduttore nel

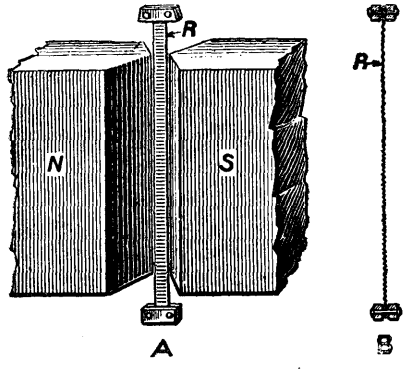


Fig. 279. — Particolare dei poli dell'elettrocalamita e della membrana ondulata

campo di un'elettrocalamita, esso sarà percorso da una corrente indotta ogni volta che esso si sposta. La figura 278 spiega la cosa, che del resto è nota dallo studio dei principi dell'elettrotecnica, se il conduttore *a b* si sposta nel campo N S, provoca una corrente indotta che è rivelata dal galvanometro inserito nel circuito.

Questo principio elementare di induzione è stato applicato nella costruzione del microfono e dell'altoparlante Siemens, ove il conduttore è sostituito da una bobina leggierissima o meglio ancora da un nastro sottilissimo di alluminio ondulato (spessore mm. 0,01) teso fra i poli di una potente elettrocalamita (fig. 279). Non appena il nastro incomincia a vibrare sotto l'influenza delle onde sonore esso dà origine a delle correnti alternate indotte. Viceversa esso funziona da altoparlante se inserito in modo contrario.

Nei moderni altoparlanti si tende ad abolire la cosidetta tromba tipo grammofono che, se aumenta l'intensità del suono, è pure causa di gravi deformazioni. Infatti il suono che colpisce la colonna d' aria chiusa nell'imbuto, dà origine ad un sistema di onde stazionarie, le

quali, nella loro posizione di risonanza mettono più in rilievo certi toni, oscillando con essi in modo particolarmente forte. Poichè la lunghezza media delle onde della voce è di circa ½ metro, così tutti gli imbuti, trombe, padiglioni, ecc. hanno lo stesso inconveniente.

L'unico rimedio sarebbe di dare all'imbuto una lunghezza di oltre 4 metri allo scopo di impedire la formazione di onde stazionarie nella gamma delle frequenze della voce.

Costruzione dei diffusori.

Se il diffusore non ha la potenza dell'altoparlante esso è tuttavia sufficiente quando si hanno forti ricezioni. Il diffusore più economico e più facilmente realizzabile è costituito da un cartoccio di cartoncino, ritagliato secondo le dimensioni date in figura 280 ed adattato ad un microfono da cuffia.

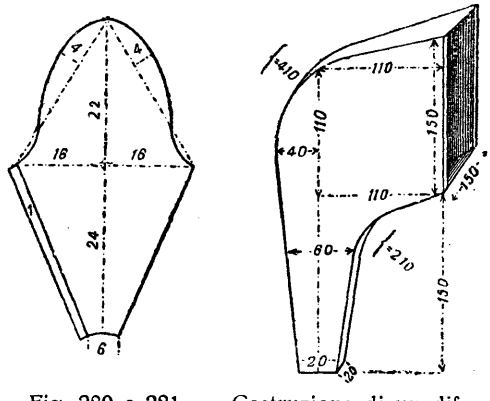


Fig. 280 e 281. — Costruzione di un diffusore conico e di un diffusore parabolico

Alcuni dilettanti hanno fatto di meglio, cioè sono riusciti a costruirsi il diffusore parabolico della figura 281 al quale basta adattare un ricevitore ordinario. La pressione della molla della cuffia è sufficiente a tener a posto i due microfoni. Per queste costruzioni si richiede l'impiego di cuffie particolarmente sensibili (3000 ÷ 4000 ohm). Si potrà incontrare qualche difficoltà nella tracciatura del cartoncino, ma seguendo le indicazioni della figura 281 si può avere la certezza di riuscire.

Si tratta di un tromba parabolica quadrangolare formata da due pezzi laterali delle dimensioni indicate: gli altri due pezzi sono due trapezi aventi le basi di cm. 2 e cm. 15 misuranti rispettivamente

un'altezza di cm. 21 e 41 circa. La faccia interna va verniciata con una buona vernice essicativa (Ripolin ecc.) e l'unione è fatta con striscie di tela incollate sugli spigoli. E' poi facile adattare due risalti

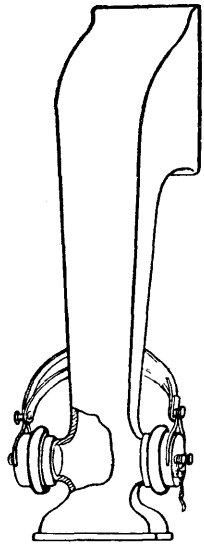


Fig. 282. — Diffusore montato con la sua cuffia

circolari terminanti con due anelli di gomma contro i quali vengono ad appoggiarsi i microfoni della cuffia.

***

Ascoltando un'audizione in altoparlante si prova evidentemente la sensazione che il suono provenga dalla tromba stessa dell'apparecchio. Questa localizzazione della provenienza del suono non ha alcun inconveniente per la parola e per il canto, poichè ci sembra naturalissimo che questi ci arrivino da una direzione ben determinata. Ma nel caso di un concerto di orchestra si prova l'ingrata sensazione di tutti questi suoni che escono *da un solo punto*. Il seguente artificio serve ad aumentare notevolmente la naturalezza dell'audizione: basta collocare l'altoparlante in un angolo della camera, e anzichè dirigere la tromba verso il centro del locale, la si dirigerà nella direzione dell'angolo. Così i suoni andranno a riflettersi contro i muri (fig. 283) e di rimando andranno verso gli ascoltatori. Così si avrà l'impressione di sentire veramente un'orchestra poichè i suoni dei diversi strumenti proma-

nano da una superficie relativamente grande e non dallo stretto orificio del padiglione.

Uno dei maggiori difetti dell'altoparlante è quello di dare suoni duri e metallici dovuti alle vibrazioni ed alla natura stessa del padiglione diffusore. Alcuni dilettanti consigliano di ricoprire la tromba con uno strato di vernice composta di sughero polverizzato incorporato con gomma. Si otterrebbe così il vantaggio di rendere più pastosi i suoni.

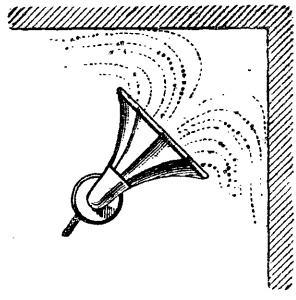


Fig. 283. — Girando il padiglione verso l'angolo della camera i suoni risultano meglio diffusi

Un'altro rimedio è il seguente: si spalmano con un sottile strato di vaselina le due faccie della membrana dell'altoparlante. L'intensità di ricezione non varia ma si guadagna in purezza.

***

Inserzione di più cuffie nello stesso apparecchio.

La resistenza di una cuffia normale varia da 2000 a 4000 ohm e quindi per usare contemporaneamente due cuffie le potremo attaccare in serie (fig. 284). La resistenza totale viene così ad essere di 4000 a 8000 ohm e l'intensità di ricezione non risulta troppo indebolita.

Volendo usare oltre due cuffie si introdurrebbe una resistenza troppo forte ed allora non conviene più metterle tutte in serie perchè si aumenterebbe troppo la resistenza nel circuito dell'ultima lampada. Conviene allora il montaggio misto serie- parallelo (fig. 285). Difficilmente si riesce ad alimentare più di 6 od 8 cuffie a meno di non ricorrere ad un amplificatore di potenza da montarsi dopo l'apparecchio.

***

La super-reazione.

Scopo della super-reazione è di ottenere un'amplificazione fortissima con un numero limitato di valvole. E' questo uno dei circuiti preferiti dai dilettanti perchè con poca spesa e due valvole permette

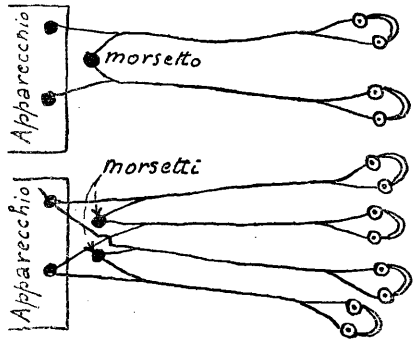


Fig. 284 e 285. — Inserzione di più cuffie sullo stesso apparecchio

di avere un apparecchio che lavora meglio di quelli a 5 e 6 valvole. La realizzazione e la regolazione di questo circuito non sono però delle più facili e richiedono un po' di pratica.

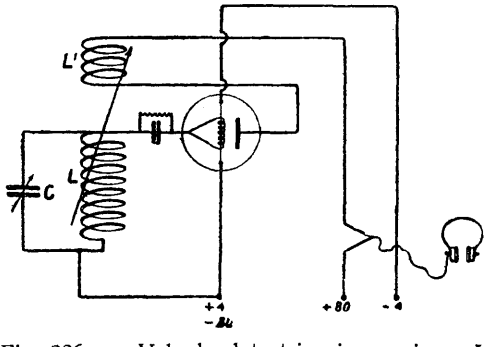


Fig. 286. — Valvola detectrice in reazione. L_1 self di reazione. C L circuito oscillante. Notare il modo particolare con cui viene rappresentata la griglia della valvola. Questo modo di rappresentare le valvole si usa specialmente in America e in Francia e contribuisce a rendere più chiari gli schemi

Il circuito a super-reazione deriva da quello ormai notissimo di una valvola detectrice a reazione (fig. 286).

Partendo da questo circuito si arriva facilmente a comprendere la super-reazione. In L ed in C sono rappresentate la self e la capacità dl circuito oscillante, in L' vi è la self di reazione accoppiante induttivamente con la self L.

Man mano che si aumenta progressivamente l'accoppiamento fra L ed L', (cioè si avvicinano) la resistenza apparente incontrata dalle oscillazioni nel circuito L C diminuisce sempre più, sino a diventare nulla quando si è raggiunto un certo punto.

Se continuiamo a stringere l'accoppiamento, la resistenza apparente del circuito L C diventerà come sappiamo *negativa*. Ciò vuol dire che un'oscillazione qualunque che circoli in L C non solo non si troverà smorzata, ma aumenterà sempre più di ampiezza per poi stabilizzarsi, in un tempo brevissimo, ad un valore più o meno elevato. E' importante notare che per il tempo brevissimo che intercede prima che le oscillazioni abbiano raggiunto il valore massimo, l'ampiezza delle oscillazioni si trova rigorosamente proporzionale all'oscillazione o perturbazione iniziale.

La super-reazione utilizza appunto « l'aumento estremamente rapido delle oscillazioni, nel periodo che precede la stabilizzazione » per ottenere un'enorme amplificazione.

Per impedire a queste « oscillazioni crescenti » di raggiungere il loro valore di stabilizzazione (col quale non sarebbero più proporzionali all'oscillazione iniziale) si dispongono le cose in modo che la resistenza del circuito oscillante non sia costantemente negativa.

Cioè essa sarà altenativamente positiva e negativa e queste variazioni di resistenza devono avvenire in un modo rapidissimo, non meno di 20.000 inversioni al secondo.

Per riassumere, riteniamo che il circuito a super-reazione si compone di una sola valvola detectrice a reazione montata su un circuito oscillante la cui resistenza diventa negativa oltre 20.000 volte al secondo.

Come si ottengono queste variazioni rapidissime ?

Nei due circuiti seguenti si usano mezzi diversi: nel primo si ricorre ad una valvola supplementare funzionante da eterodina o generatrice, nel secondo caso si utilizza la sola detectrice.

Il primo circuito è quello della figura 287 in cui vediamo una valvola detectrice L la cui griglia è come il solito unita al circuito oscillante 1 2 3 e la cui placca è unita al polo positivo della batteria ad 80 volt, attraverso la self di reazione 4 e la cuffia. Nel circuito vi è

una sola cosa da notare e cioè l'accoppiamento strettissimo delle self 3 e 4 il quale darà permanentemente un valore negativo alla resistenza del circuito oscillante.

Abbiamo però detto che il circuito deve avere la resistenza negativa solo ad intemittenza e ciò si ottiene facendo agire su di esso la seconda valvola, la quale ha appunto la funzione di rendere positiva la resistenza del ircuito il numero di volte voluto in un secondo.

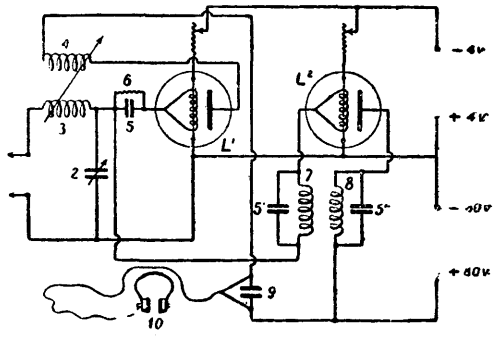


Fig. 287. — Super-reazione a 2 valvole: L_1 detecrice, L_2 oscillante, Q quadro, 2 e 3 circuito oscillante, 4 self di reazione, 7 ed 8 self oscillanti

Il circuito di griglia ed il circuito di placca di questa valvola portano due self 6 e 7, accoppiate insieme e ciascuna di esse porta in derivazione un condensatore 5 e 5'.

L'accoppiamento fra le self è sufficientemente stretto per permettere la generazione di onde persistenti ed il valore di queste self è scelto in modo che la frequenza dì queste oscillazioni sia di circa 20.000 periodi al secondo.

Osservando lo schema vediamo che il filamento della seconda valvola si trova unito ad una delle armature del condensatore variabile 2 del circuito oscillante e che la griglia di questa stessa lampada si trova unita all'altra armatura. Sotto l'influenza delle oscillazioni proprie della seconda valvola (frequenza 20.000) la resistenza del suo spazio filamento-griglia varia con la stessa frequenza dall'infinito o massimo a quasi zero o minimo. In queste condizioni è facile rendersi conto che ogni volta che questa resistenza è minima, il condensatore variabile si trova praticamente in corto circuito. Per questo fatto le oscillazioni non possono più attraversare con facilità il circuito LC perchè vi trovano una certa resistenza positiva che le smorza.

Viceversa ogni volta che lo spazio filamento-griglia della seconda

valvola ha una resistenza infinita, il circuito oscillante riprende la sua resistenza negativa.

Questo sarebbe il funzionamento elementare del circuito a super-reazione a due valvole.

Vediamo ora quello ancora più interessante ad una valvola sola (fig. 288). Il principio rimane il medesimo salvochè è la lampada rice-

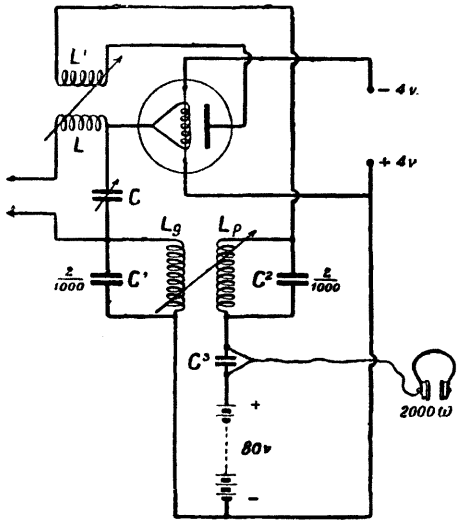


Fig. 288. — Super-reazione ad una valvola: Q, quadro, C circuito oscillante, L_1 self di reazione, L_g e L_p self oscillanti

vitrice stessa che oscilla ad una frequenza non udibile per mezzo di due grosse self L p ed L g inserite rispettivamente nei circuiti di placca e griglia e accoppiate assieme.

Come nel caso precedente la self di reazione è accoppiata strettamente con la self L del circuito oscillante L C che renderà la sua resistenza negativa e lo spazio filamento-griglia metterà il condensatore variabile in corto circuito con la frequenza di 20.000 volte al secondo, rendendo ogni volta positiva la resistenza del circuito.

Nei due casî ora descritti la resistenza del circuito oscillante varia nello stesso modo, come è indicato nelle curve A (fig. 289) e B (fig. 290).

Esaminiamo ora il fenomeno di super-reazione con la scorta di questi diagrammi dimostrativi: Quando la resistenza del circuito oscillante è positiva le oscillazioni prodotte nel circuito L C da un segnale in arrivo sono debolissime (curva B della zona I^a) ma non appena

la resistenza diventa negativa le oscillazioni crescono istantaneamente in modo rapidissimo (zona II). Man mano che la resistenza negativa diminuisce le oscillazioni si indeboliscono pure sino a raggiungere

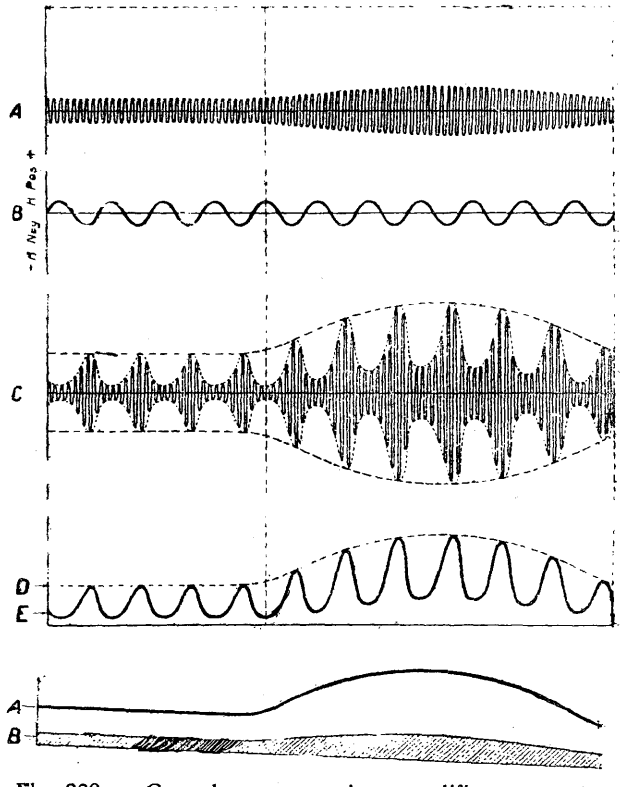


Fig. 289. — Come la super-reazione amplifica e conserva la modulazione: a sinistra sono rappresentate le oscillazioni ricevute non modulate, a destra le stesse oscillazioni modulate. - Curva A, onde persistenti. Curva B, variazioni della resistenza del circuito oscillante. Curva C, trasformazione del segnale ricevuto sotto l'influenza delle variazioni di resistenza. Curva E, impulsi unilaterali nel telefono che hanno per effetto risultante la curva D

Fig. 290. — Effetto amplificatore della super-reazione: A, segnale ricevuto con super-reazione (curva D della figura precedente). B, lo stesso segnale ricevuto con una detectrice comune

un valore minimo nell'istante in cui la resistenza del circuito ridiventa positiva (vedere la zona I') ecc. Così ogni volta che la resistenza diventa negativa (cioè 20.000 volte al secondo) le oscillazioni raggiungono un'ampiezza enorme, restando tuttavia esattamente proporzio-

nali all'ampiezza iniziale dei segnali ricevuti. Con ciò si vuol dire che abbiamo la massima amplificazione senza la minima alterazione.

Dopo la rettificazione otteniamo degli impulsi unidirezionali di corrente che corrispondono ai massimi di queste oscillazioni. Sicchè queste pulsazioni tenederanno a far vibrare la membrana telefonica 20.000 volte al secondo. Siccome una simile frequenza è fuori del campo dei suoni udibili, il nostro orecchio non percepirà alcun suono. Un fenomeno simile avviene al cinematografo ove sullo schermo abbiamo l'illusione della persistenza della luce, mentre invece la luce è interrotta più volte in un secondo.

L'esame della parte sinistra della figura 289, parzialmente analoga alla figura 291 aiuterà a comprendere quello che si è ora spiegato.

La curva A rappresenta le oscillazioni inviate dalla stazione trasmettente; B ci rappresenta le variazioni della resistenza del circuito oscillante, C indica le variazioni dell'ampiezza della corrente ricevuta sotto l'influenza della variazone di resistenza. Infine la curva D corrisponde al segnale tale e quale lo riceviamo in cuffia e risulta dalla curva E, che rappresenta la corrente rettificata che circola nell'avvolgimento della cuffia.

Supponiamo che l'ampiezza della corrente oscillante ricevuta dal circuito L C non sia costante e varii per esempio con frequenza musicale 1400 volte al secondo (fig. 289 a destra, curva A). Sotto l'influenza delle variazioni periodiche di resistenza del circuito oscillante prodotte, come abbiamo detto, dal dispositivo di super-reazione, l'oscillazione ricevuta presenterà 20.000 massimi al secondo; l'altezza di questi massimi non sarà costante, ma seguirà le variazioni della corrente iniziale (fig. 289 a destra, curva C). Dopo la rettificazione o deteczione le pulsazioni non saranno più uguali (curva E fig. 289) e la loro successione permetterà di udire i segnali come è indicato dalla curva D.

Confrontiamo ora il potere amplificatore di un ricevitore comune ad una valvola detectrice con quello di un ricevitore analogo ma montáto in superreazione.

La curva A della figura 289 rappresenta le oscillazioni ricevute.

Rettificando queste oscillazioni avrema nel telefono la corrente rappresentata dalla curva B della figura 290 ed è questa evidentemente la curva che ci rappresenta l'intensità di ricezione.

Confrontandola con la curva A della stessa figura (analoga alla curva D della figura 289) e che corrisponde all'intensità di ricezione

con la super-reazione, ci renderemo subito conto dell'enorme amplificazione ottenuta. In realtà l'amplificazione è ancora maggiore perchè lo spazio non ci consente di riprodurre le curve in una scala tale da dare l'idea esatta del loro vero rapporto.

Non è detto che la frequenza di variazione sia obbligatoriamente di 20.000 periodi, che è la soglia del limite di audibilità, tutte le frequenze ad essa superiori sono buone ma in pratica conviene tenersi vicini a questo numero poichè più la frequenza è elevata e più la zona II della figura 291 sarà breve, cioè minore sarà l'amplificazione. Con il circuito

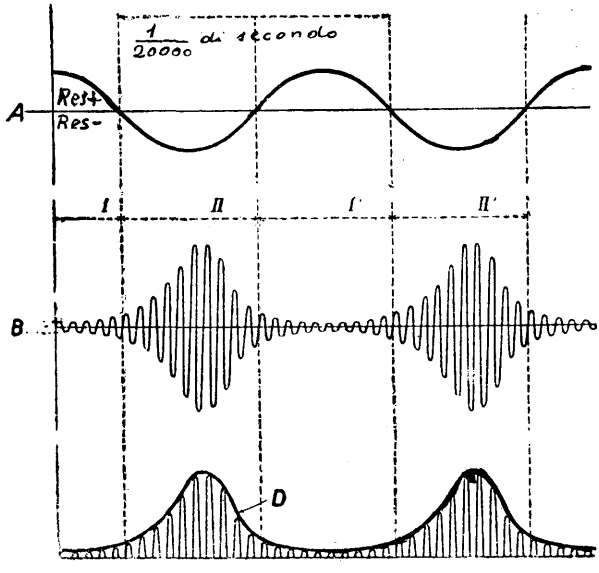


Fig. 291. — Principio della super-reazione: A, variazione della resistenza del circuito oscillante. B, variazione dell'ampiezza dei segnali ricevuti. C, corrente rettificata che agisce sul telefono

a super-reazione l'antenna diventa inutile, un piccolo quadro di poche spire sarà più che sufficiente ad assicurare in tutti i casi un'adizione fortissima.

Vediamo ora i difetti del circuito. Anzitutto si richiedono pezzi (condensatori, self, ecc.) accuratamente tarati al giusto valore e disposti in modo da non influenzarsi a vicenda, cosa difficilissima ad ottenersi, dato che gran parte del circuito è in alta frequenza. La sensibilità è buona sotto ai 500 ÷ 600 metri; per le lunghezze d'onda superiori il vantaggio non è più così sensibile. Inoltre la regolazione

non è delle più facili. Circuito dunque da raccomandarsi ai dilettanti esperti ed assolutamente da escludersi per coloro che mancano di pratica e dei necessari strumenti di misura e taratura.

COSTRUZIONE DI UN RICEVITORE PER ONDE CORTE A NEUTRODINA.

Lo schema teorico di questo apparecchio, che permette ricezioni di onde dai 100 ai 700 metri, è rappresentato in figura 292. Si tratta di un apparecchio a risonanza neutrodina composto da una valvola in alta, una detectrice e due in bassa frequenza.

Le lettere dello schema indicano:

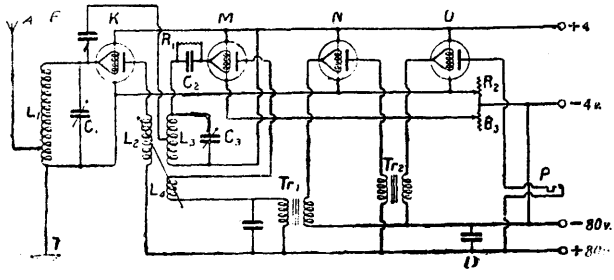


Fig. 292. — Neutrodina per onde corte

A, antenna (di preferenza bifilare di 30 ÷ 35 metri); L_1 bobina primaria; C_1 condensatore variabile di mezzo millesimo di MF; T, terra; L_2 L_3 L_4 insieme delle tre self secondarie di cui spiegheremo la costruzione; C_3 condensatore variabile secondario di mezzo millesimo di MF; C_2 condensatore fisso di 0,15/1000 di MF; R_1 resistenza fissa di 3 megaohm; Tr_1 trasformatore in bassa frequenza rapporto 1/5; Tr_2 idem rapporto 1/3; R_2 R_3 reostati di 5 ohm; P, presa per altoparlante; F, condensatore neutrodina o neutrocondensatore che unisce la 16ª spira della bobina L_3 alla griglia della prima valvola; D, condensatore di 2 MF.

La parte più delicata è la costruzione delle self che spiegheremo minutamente.

Costruzione della self L_1. — Prendere un tubo di bakelite o di cartone paraffinato di 75 mm. di diametro su 90 mm. di larghezza (fig. 293). Avvolgervi 60 spire di filo di 7 decimi isolato con due strati di seta. Fare una presa alla 12ª spira, rivolta verso il basso. Disporre l'avvolgimento in modo che esso occupi la parte centrale del tubo di cartone.

Costruzione delle self L_2 L_3 L_4. — Sono quelle che, nel loro complesso, costituiscono il trasformatore ad alta frequenza (fig. 294). La bobina L_2 è composta da spire di filo di 6 decimi e due strati di seta, avvolti su un tubo di cartone paraffinato di 68 mm. di diametro e 36 mm. di lunghezza. Le spire non sono sovrapposte ma distanziate da 2 a 2,5 mm. d'una dall'altra. E' facile ottenere questo spaziamento avvolgendo il filo assieme ad una cordicella di 2 mm. che poi si toglie.

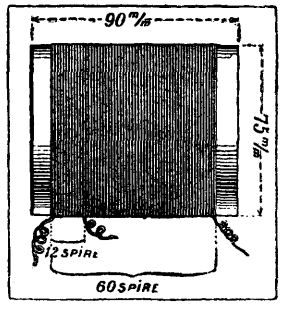


Fig. 293. — Costruzione della bobina L_1 dello schema precedente

La bobina L_3 comprende 62 spire di filo di 6 decimi in seta avvolti su un tubo di 75 mm. di lunghezza circa e 100 mm. di larghezza. L'avvolgimento si inizia a 12 o 13 mm. dall'orlo come si vede in figura.

Una presa sarà fatta sulla 16ª spira.

La bobina L_4 è composta da 21 spire di 7 decimi isolate sempre dai due strati di seta ed avrà 50 mm. di diametro e 36 mm. di lunghezza. L'avvolgimento sarà suddiviso in due parti per lasciare lo spazio per l'asse. La bobina L_2 è introdotta in L_3 in modo che i loro orli siano allo stesso livello. La bobina L_4 deve poter ruotare all'interno della bobina L_3 grazie all'albero che l'attraversa e che è riunito al quadrante interno.

Montaggio. — E' difficile fissare esattamente la disposizione di tutti gli organi perchè ogni Dilettante ha i suoi gusti. Tuttavia si consiglia di unire due lastre di ebanite nel modo indicato dalla figura 295. Sulla parte orizzontale si fisseranno le bobine di self, le valvole, i trasformatori in bassa. Sulla parte verticale i condensatori variabili, i reostati delle valvole e l'asse delle bobine L_4.

La plancia anteriore comprenderà nell'ordine da destra a sinistra: il quadrante della bobina di reazione L_4, il pomello del reostato della valvola detectrice, il quadrante del condensatore, il quadrante del con-

densatore secondario, il pomello del reostato delle altre tre valvole ed il quadrante del condensatore primario.

Dietro il condensatore primario fissare *verticalmente* la bobina L_1. L'insieme delle bobine L_2, L_3 ed L_4 sarà piazzato *orizzontalmente* a

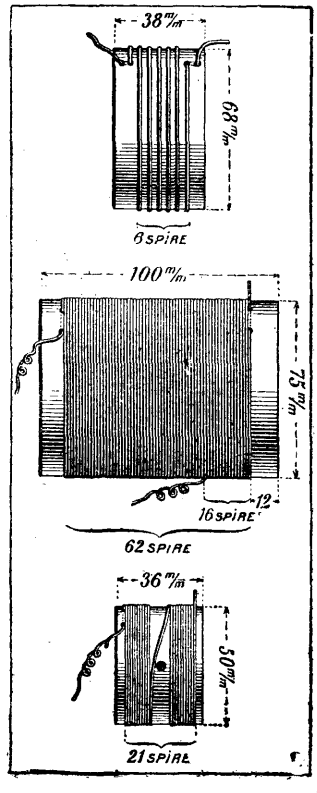


Fig. 294. — Costruzione delle self L_2 L_3 L_4

destra del pannello orizzontale e la bobina L_4 risulterà diretta verso l'esterno.

Le quattro valvole si dispongono allineate dietro le bobine sull'orlo della parte orizzontale. I trasformatori ed altri accessori si disporranno nel modo più opportuno per evitare quelle connessioni lunghe e tortuose che sono sovente la causa di un insuccesso.

E' assolutamente necessario unire le parti movibili dei condensatori variabili ai filamenti delle valvole, le parti fisse si uniranno alle griglie. Questo accorgimento evita il noto inconveniente delle varia-

zioni di capacità causate dalla mano dell'operatore. Le saldature vanno ben fatte e con una superficie sicura di contatto.

Valvole. — Si usano le normali per i primi tre stadi K. M. N. e radio-watt (valvole O) per l'ultimo stadio. Non vi è però alcun inconveniente al usare valvole comuni.

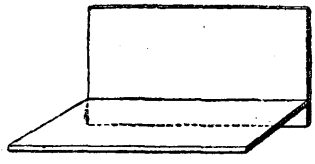


Fig. 295. — Disposizione pratica dei pannelli di ebanite

Controllo del circuito. — Terminato il montaggio si verifica attentamente il circuito e le connessioni e indi si attaccano le batterie a 4 e 80 volt, assicurandosi che le valvole si accendano bene. Se così avviene si possono attaccare senza pericolo gli 80 volt sulle placche. Inserire la cuffia o l'altoparlante e muovere il bottone che comanda la bobina di reazione L_4 in modo che il suo asse sia perpendicolare a quello della bobina L_3. Battendo con la nocca delle dita un leggiero colpetto sulla valvola detectrice si deve sentire un bel colpo di campana, il che indica che nel montaggio non si è commesso nessun grosso sbaglio.

Regolazione della neutro-capacità.

La capacità del neutro-condensatore F si deve regolare in modo da impedire l'azione del circuito secondario sul primario e viceversa per mezzo della capacità interna della valvola.

Per questa regolazione si procederà così:

1. - Accordare il ricevitore su una stazione qualunque fortissima (una telegrafica locale, per esempio).

2. - Sostituire la prima valvola con un'altra identica *ma avente il filamento bruciato.*

3. - Si sentirà lo stesso ma molto più debolmente.

4. - Regolare il condensatore F sino ad ottenere la ricezione minima od il silenzio completo.

Regolazione per la ricezione. — 1. - Muovere la bobina L_4 sino ad ottenere le oscillazioni massime (una delle due posizioni in cui le bobine risultano parallele).

2. - Con i due condensatori C_1 e C_2 cercare il fischio acutissimo che indica che siamo sull'onda portante di una stazione.

3. - Ricondurre la bobina L_4 verso la posizione verticale sino ad ottenere la cessazione del fischio.

4. - Modificare assieme e leggermente le posizioni dei due condensatori, se è necessario, sino ad ottenere i suoni ben nitidi.

Questo apparecchio a 4 valvole permette la ricezione di tutte le stazioni europee in altoparlante. Per rinforzare ancora l'audizione si potrebbe inserire una batteria supplementare di 80 volt fra l'altoparlante e il positivo della batteria a 80 volt del ricevitore. Tuttavia ciò non è necessario.

IL CIRCUITO SUPER-ETERODINA.

Le prime prove di questi circuiti furono fatte in Francia dal Lévy nel 1918, ma solo nel 1922 cominciano ad usarsi i primi apparecchi pratici.

Il circuito è basato sul cambiamento di frequenza: vale a dire invece di far agire sui ricevitori le oscillazioni captate dall'aereo, si tra-

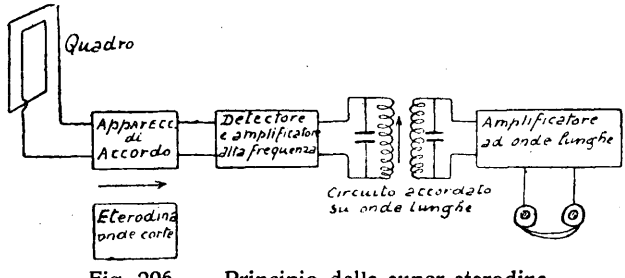


Fig. 296. — Principio della super-eterodina

sforma prima la frequenza di questi segnali mediante un generatore od eterodina locale e poi si mandano ad agire sui ricevitori ordinari.

La figura 296 mostra il principio del circuito. Le onde incidenti sono ricevute dal telaio o dall'antenna e passano in un apparecchio di accordo e poi in un detectore il quale può anche essere preceduto da uno stadio di amplificazione in alta frequenza.

Il detectore è unito ad un circuito oscillante accordato su una grande lunghezza d'onda il quale è accoppiato con un normale amplificatore per onde lunghe.

Sul circuito di entrata abbiamo un eterodina ad onde corte la quale agisce per accoppiamento capacitivo o elettromagnetico.

Questa eterodina produce delle oscillazioni locali che, per interferenza con le oscillazioni in arrivo, determinano dei *battimenti* di frequenza non udibile. Dopo la deteczione questi battimenti si possono decomporre in corrente continua ed in oscillazioni ad alta frequenza, e sono appunto queste oscillazioni ad onda lunga che vanno ad agire

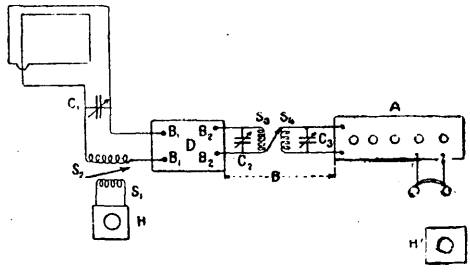


Fig. 297. — Super-eterodina per ricezione su quadro. C_1 C_2 C_3 condensatori variabili da $^1/_{1000}$ S_1 bobina esploratrince dell'eierodina H. S_2 bobina di accoppiamento. S_3 ed S_4 bobine di lunghezza d'onda superiore ai 3000 metri montati in cassetta B A amplificatore per onde lunghe con almeno 2 stadi in alta prima della rettificazione. H^1 eterodina per onde lunghe. Tutti questi apparecchi si possono montare su cassette separate

sul circuito secondario che le amplifica in alta, le rettifica e le amplifica in bassa come se fossero segnali comuni ad onde lunghe e così si finisce per ritrovare la modulazione primitiva senza alcuna distorsione.

L'apparecchio si può facilmente formare con elementi separati e la figura 297 ne mostra un esempio.

La super-eterodina è un apparecchio fortisismo, che permette la ricezione di stazioni ad onde corte distanti migliaia di chilometri con un minuscolo quadro di poche spire. Infatti essa funziona con un'energia, quella dell'eterodina, che viene a sommarsi con quella dei segnali in arrivo, producendo un rinforzo notevolissimo dell'intensità. Il suo vontaggio principale è però la selettività. Infatti si ricevono onde corte e si trasformano in onde lunghe, di frequenza quasi costante, e perciò il funzionamento sarà molto regolare. La selettività è data dalla presenza dei circuiti oscillanti S_3 C_2 ed S^4 C_3 disposti fra la detectrice ad onde corte e l'amplificatore ad onde lunghe.

Supponiamo di ricevere assieme due stazioni, una di frequenza 1.000.000 e l'altra 1.200.000, quindi di lunghezza d'onda abbastanza vicina. Supponiamo che l'eterodina sia accordata su 20.000 periodi, essa

darà dei battimenti rispettivamente di 20.000 e 22.000 periodi, differenza abbastanza forte, che permetterà di ricevere solo i primi escludendo i secondi.

Le regolazioni della super-eterodina non sono molto difficili, ma richiedono una pratica che il dilettante non può acquistare in pochi mesi.

Apparecchio a 5 valvole per ricezione a grande distanza.

1 valvola in alta a risonanza, 1 detectrice, 3 in bassa (di cui 1 a trasformatore e 2 a resistenza).

La detectrice (seconda valvola) reagisce con L_3 sulla self di risonanza L_2 e con ciò si evita l'irradiamento dei fischi di reazione du-

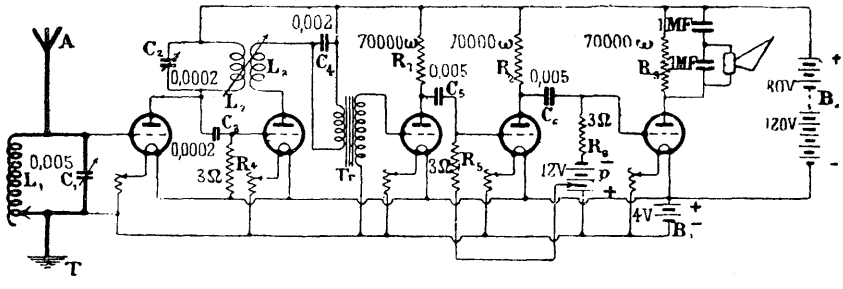


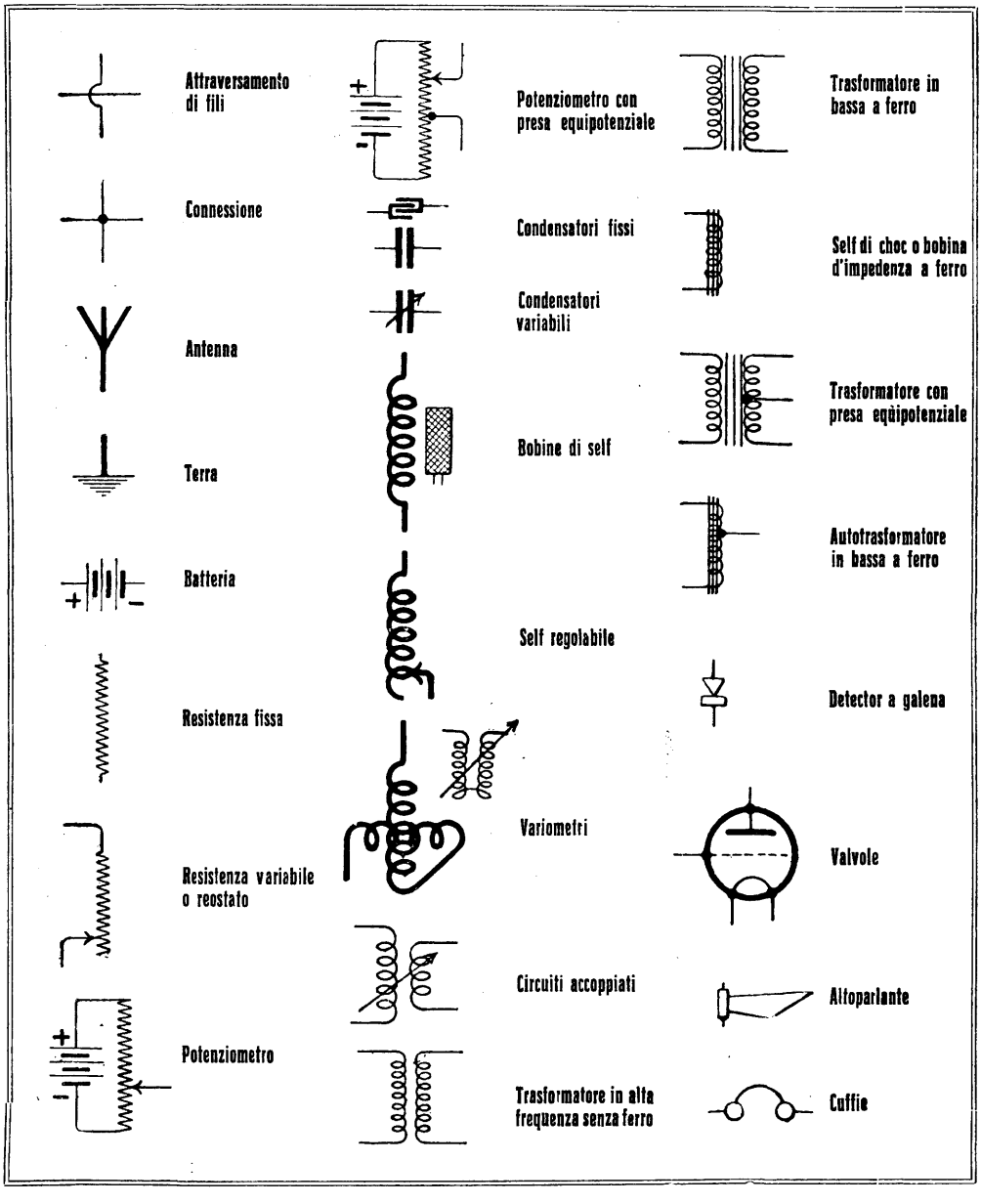
Fig. 298. — Apparecchio a 5 valvole per ricezioni a grande distanza. Il trasformatore è a rapporto $^1/_5$

rante la ricerca delle stazioni. La terza valvola amplifica in bassa frequenza mediante un buon trasformatore rapporto 1/5 od 1/10. La quarta e quinta valvola lavorano in bassa su resistenza e questa disposizione è ottima per la purezza. Le resistenze di 70.000 ohm convengono per una tensione di placca di 100 ÷ 120 volt. La resistenza R_8 avente in derivazione due condensatori da 1 a 2 MF lascia passare la corrente di placca dell'ultima valvola. Si potrebbe anche sostituirla con una self a ferro (un trasformatore di bassa con primario e secondario in serie). L'altopalante non è attraversato dalla corrente permanente di B_2 ma riceve solo *le variazioni* di questa corrente il che contribuisce a diminuire le cause di distorsione.

Le resistenze R_5 R_6 saranno da 1 a 3 megaohm e le capacità C_5 C_6 da 0,005 a 0,01 MF. La resistenza R_4 si può anche piazzare ai morsetti di C_3 ed il valore esatto di questi due organi è importantissimo poichè dalla suo scelta dipende il funzionamento della detectrice. Si

Prezzo L. 1,50 - *Supplemento al N.° 9 (1926)* di "IL GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI" G. Lavagnolo, *direttore-responsabile*

I simboli più usati per gli schemi di T. S. F.



faranno alcuni tentativi provando i seguenti valori: 0,0005 M F con resistenza derivata di 1 megaohm, 0,0003 M F con 2 megaohm, 0,0002 con 3 megaohm.

La batteria anodica o batteria di pile *p* di 12 volt, può eventualmente avere in derivazione un condensatore di 2 M F e permette di dare alla griglia delle 4 valvole un potenziale negativo da 6 a 12 volt, ed alla griglia della 5 valvola un potenziale negativo di 12 volt. In queste condizioni la tensione di placca si può spingere sino a 160 ÷ 200 volt. Conviene anche mettere un condensatore di 2 M F (tipo telefonico) in derivazione alla batteria B_2 per compensare le variazioni di tensione e per sopprimere il ronzìo e le scariche quando la batteria è quasi scarica.

E' un circuito un po' complesso ma di ottimo rendimento.

Il circuito Flewelling a super-reazione.

Il circuito Flewelling permette di ottenere la super-reazione in un modo abbastanza semplice, bloccando e liberando la griglia di una valvola detectrice mediante l'azione di tre condensatori fissi. Quest'azione si manifesta nella cuffia con un fischio di varia tonalità, che si può rendere acutissimo e quasi inaudibile, agendo sulla resistenza variabile che è posta in derivazione al condensatore di griglia. Da quest'istante si possono ricevere in super le stazioni distanti.

In genere conviene ricevere su quadro o su piccola antenna interna.

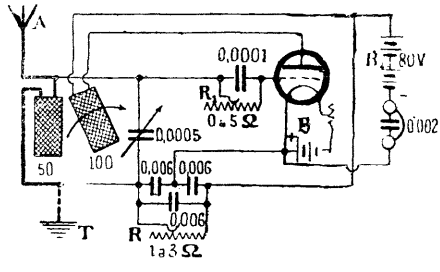


Fig. 299. — Circuito Flewelling ad una valvola

Circuito Flewelling classico funzionante con o senza presa di terra e su qualunque collettore di onde.

Le self di reazione sono a nido d'api da 50 a 100 spire, la self di placca deve avere almeno il 25 % in più di spire rispetto alle self comuni utilizzate nei circuiti a valvola a semplice reazione.

I tre condensatori fissi che producono le variazioni sulla griglia hanno dei valori compresi fra 0,005 e 0,01 MF. La valvola si deve possibilmente adottare di un tipo a vuoto molto spinto.

Per la regolazione si accorderà l'apparecchio con il condensatore variabile in parallelo sulla self d'antenna, poi si farà agire la reazione in modo da ottenere il rinforzo ed il fischio acuto, infine si regolerà la resistenza di griglia facendo calare il fischio sino a farlo scomparire staccandolo completamente dai suoni che devono rimanere nitidi e chiarissimi.

Circuito Flewelling semplificato.

Notevole perchè utilizza un accordo a variometro del circuito di placca per la regolazione della reazione.

Con il commutatore *m* sul bottone 1, l'unico condensatore di gri-

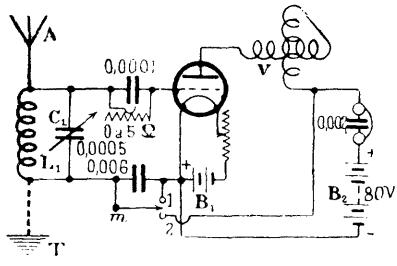


Fig. 300. — Circuito Flewelling semplificato con accordo a variometro

glia si trova in corto-circuito e l'apparecchio funziona semplicemente come se fosse in semplice reazione. Con il commutatore *m* nella posizione 2 si passa al funzionamento in super. I bottoni di contatto 1 e 2 devono essere separati da un certo spazio per evitare che la manetta *m* possa premere contemporaneamente su entrambi (il che farebbe scaricare la batteria ad 80 volt direttamente nel ricevitore). Per mettere a punto perfettamente il circuito si proveranno diversi collettori di onde: antenna corta con o senza terra, telaio per onde corte inserito ai morsetti di C_1 ed anche una semplice connessione di terra, senza antenna.

Piccola trasmettente per dilettanti.

E' un'interessante circuito di prova, ad emissione su quadro o meglio ancora ad onde dirette con un quadro speciale.

La figura 301 rappresenta lo schema che ha fatto le sue prove con i dilettanti americani, specialisti nella trasmissione.

La valvola può essere una comune od una piccola valvola di emissione. Le oscillazioni di questa valvola sono controllate mediante i due condensatori variabili C_1 e C_2 di mezzo millesimo di M F.

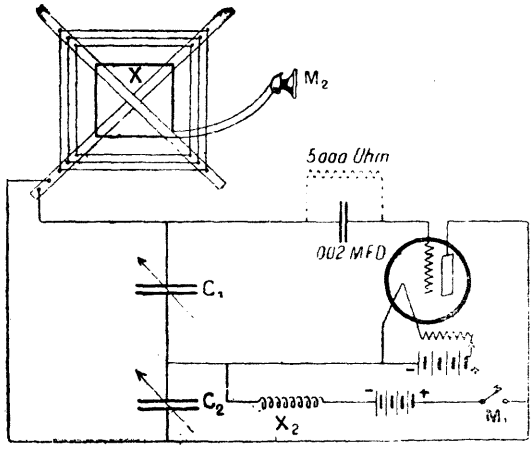


Fig. 301. — Apparecchio trasmettente a quadro per dilettanti.

Un tasto o manipolatore M inserito nel circuito di placca permette di trasmettere con i segnali Morse.

Si può anche fare della radiotelefonia mediante un microfono M_2

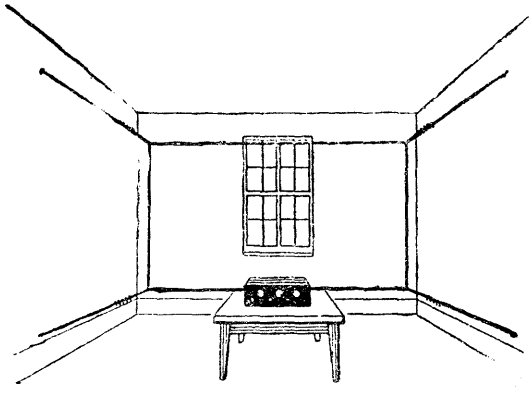


Fig. 302. — Quadro ad una sola spira per emissione diretta in una data direzione

che modula sulla spira X la quale agisce per induzione sulle spire del quadro. Il quadro comprende in tutto un avvolgimento di 6 o 7 spire distanti da 6 a 10 cm. ed avvolte su un telaio di legno di 1,50 di lato.

Una bobina d'impedenza X_2 di 200 spire impedisce il passaggio delle oscillazioni ad alta frequenza nel circuito della batteria.

Per la trasmissione a molta distanza conviene usare un grande telaio ad una sola spira e ben isolato (fig. 302) esso ha il vantaggio di dirigere l'emissione in una data direzione.

Circuiti misti a galena e valvole.

Dato che la galena consente una ricezione purissima ma non permette di usare l'altoparlante, si usano molto gli apparecchi misti che dànno ricezioni purissime ed in cui una valvola in bassa consente di usare l'altoparlante.

La figura 303 ne mostra un esempio.

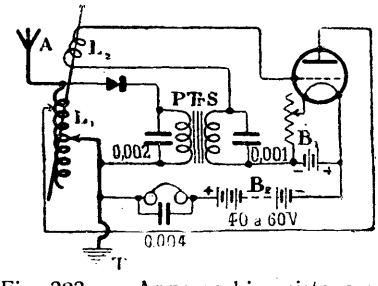


Fig. 303. — Apparecchio misto con detectore a galena ed amplificazione in bassa frequenza su una valvola

Si tratta di un circuito diretto a galena con una valvola in bassa a trasformatore rapporto 1/10 che utilizza la reazione della corrente di griglia sull'induttanza di antenna per aumentare la selettività e la potenza di audizione. La self L_1 è una bobina Oudin di 10 × 20 cm. con 250 spire di filo a smalto di 6/10. La self di reazione L_2 è di 9 × 20 cm. con 250 spire di 4/10 isolate in cotone con prese alle spire N. 100, 150, 200 e 250.

Evidentemente l'aggiunta di una valvola in bassa non permette di ricevere che la stazione locale. Per ricevere in galena le stazioni distanti converrà usare una valvola in alta la quale aumenterà enormemente la *portata* dell'apparecchio.

La figura 304 ne mostra un esempio.

Abbiamo i circuiti in risonanza L_1 C_2 ed L_2 C_3 che si accorderanno ciascuno sulla lunghezza d'onda da ricevere. Avremo quindi un rinforzo dovuto alla risonanza nel circuito L_2 C_3 prima della rettificazione in galena.

I dati sono i seguenti:

Per onde da 250 ÷ 600 metri: L_1 = 40 spire di 10/10 su due strati di cotone e su tubo di 10 cm. di diametro e con prese alle spire

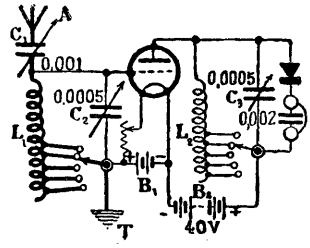


Fig. 304. — Amplificazione in alta frequenza e detezione su galena

N. 20, 25, 30 e 40. L_2 avrà 50 spire di 8/10 su due strati di cotone e su tubo di cartone di 8 cm. di diametro, con prese alle spire 10, 35, 40, 45, 50. Per la ricerca delle stazioni disinserire il condensatore C_3.

GLI AMPLIFICATORI DI POTENZA.

Quando un apparecchio funziona bene ma si vuol ottenere un'audizione ancora più forte si può aggiungergli un amplificatore di po-

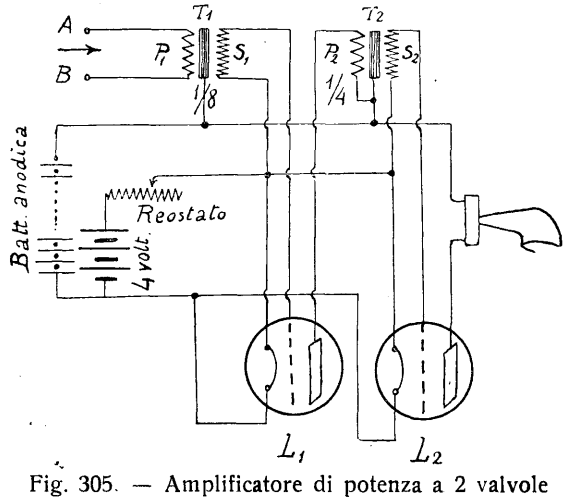


Fig. 305. — Amplificatore di potenza a 2 valvole

tenza, magari montato a parte in apposita cassetta. Si potrà così usare l'altoparlante anche con apparecchi a 1 o 2 valvole.

La costruzione è spiegata dalla figura 305.

I punti A e B si uniscono al posto della cuffia dell'apparecchio primitivo. Due trasformatori T_1 e T_2 sono a circuito magnetico aperto ed hanno rispettivamente il rapporto di 1/8 e 1/4 e cioè:

$$T_1 \begin{cases} \text{spire primarie} & P_1 = 2000 \\ \text{spire secondarie} & S_1 = 16000 \end{cases}$$

$$T_2 \begin{cases} \text{spire primarie} & P_2 = 3000 \\ \text{spire secondarie} & S_2 = 12000 \end{cases}$$

Si usano trasformatori a nucleo di ferro per impedire le dispersioni magnetiche che altrimenti abbasserebbero troppo il rendimento.

Il nucleo si fa con dei fili di ferro dolce di 5/10 di diametro e di 80 mm. di lunghezza, verniciati alla gommalacca. Diametro = 1 cm.

La bobina può avere circa 5 cm. di lunghezza con le guancie del diametro giusto per contenere tutte le spire.

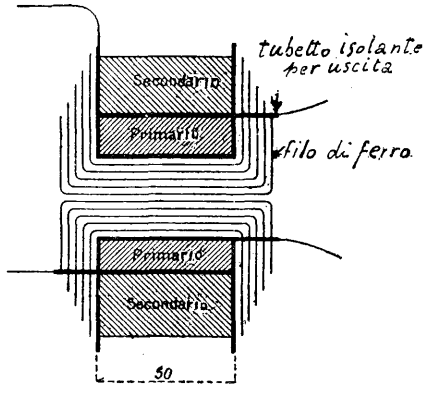


Fig. 306. — Disposizione dell'avvolgimento dei trasformatori

L'avvolgimento si fa con filo di un decimo, isolato in seta e bobinato alla rinfusa, ma tenuto teso in modo costante.

Terminato l'avvolgimento si ribattono sulle guancie le estremità dei fili di ferro del nucleo (fig. 306) proteggendo l'uscita dei capi con un tubetto sterling, poi si immerge il trasformatore in una scatola piena di paraffina.

I nuclei vengono connessi col polo + della batteria di pile mediante un filo che bisognerà saldare prima di mettere in scatola il trasformatore.

Un reostato servirà per regolare l'accensione del filamento, che deve essere meno brillante, cioè meno riscaldato, rispetto alle valvole in alta frequenza.

Amplificatore di potenza ad una valvola.

Si monta in cassetta ed i morsetti 1 e 2 si attaccano all'apparecchio ricevitore, mentre fra 3 e 4 si attaccherà la cuffia.

Nello schema sono indicate tutte le connessioni: G è la griglia, P la placca e F F il filamento. La batteria 4 volt andrà in B, e quella

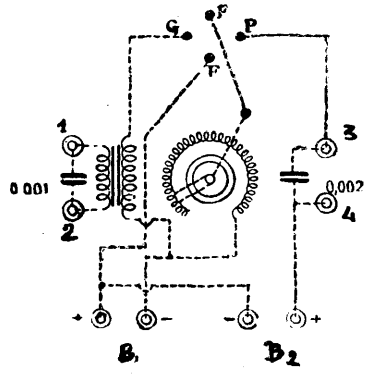


Fig. 307. — Amplificatore di potenza ad una valvola, in cassetta separata (schema delle connessioni)

a 40 ÷ 60 volt in B_2. Il trasformatore avrà rapporto 1/5. La lamella del reostato va unita ad uno dei capi del filamento della valvola. L'amplificazione ottenuta è di circa 5 volte quella primitiva.

L'ELIMINAZIONE DEI DISTURBI E DEI RUMORI PARASSITI.

L'eliminazione dei rumori parassiti che disturbano le ricezioni radiofoniche è una delle condizioni essenziali da realizzare in ogni impianto. Vediamo intanto cosa sono questi parassiti. Sotto questo nome comprendiamo tutte le perturbazioni atmosferiche che vengono ad influenzare l'antenna e quindi sono risentite dagli apparecchi ricevitori. Queste perturbazioni si manifestano con uno schioppettìo secco e rumoroso, come se si trattasse di scariche di un rocchetto di induzione, oppure con ronzii sordi e prolungati.

Sono particolarmente notevoli i parassiti dovuti alle variazioni del potenziale atmosferico causate dalle variazioni delle cariche elettrostatiche vaganti nell'atmosfera superiore; i parassiti dovuti agli uragani, anche se lontanissimi; i parassiti cosmici dovuti a variazioni

degli strati ionizzati nelle altissime regioni dello spazio; infine i parassiti di origine diversa dipendenti dall'umidità dell'aria, dalla pressione atmosferica, dalla temperatura, ecc.

Particolarmente fastidioso è il fenomeno di evanescenza o fading contro il quale non c'è però alcun rimedio.

Il carattere, il ritmo, l'energia messa in giuoco e la direzione dei parassiti sono elementi essenzialmente variabili, quindi i mezzi per

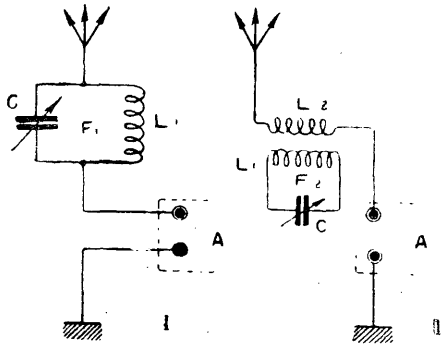


Fig. 308. — Due tipi di circuito filtro: A apparecchio ricevitore, F_1 ed F_2 filtri, C condensatore variabile da 0,5 ad 1 millesimo di MF.

la loro eliminazione non potranno mai essere perfetti. Aggiungiamo che si tratta di combattere degli effetti della stessa natura di quelli che si vogliono ricevere e quindi la protezione non sarà mai assoluta. Si ottengono però dei discreti risultati e se non si elimina totalmente un parassita si riesce talvolta a limitarne la sua azione.

I mezzi impiegati consistono in apparecchi od in circuiti speciali che si oppongono al loro passaggio o li conducono alla terra, ecc.

Dove poi la protezione si dimostra efficacissima è contro i disturbi locali, per esempio la vicinanza di una linea ad alta tensione la quale produce nell'apparecchio un caratteristico ronzio, contro le trasmittenti locali che coprono le più lontane, ecc.

Una delle protezioni più efficaci è senza dubbio il filtro.

Il filtro. - Il circuito filtro (wave-traps degli inglesi) è destinato ad aumentare la selettività dell'apparecchio e si monta a parte in apposita cassetta. Generalmente esso è composto da una bobina a nido d'api intercambiabile L_1 e da un condensatore variabile C. Esso si dispone in serie fra l'antenna e l'apparecchio (fig. 308 I) oppure

è accoppiato induttivamente con una self L_2, formata da poche spire e disposta prima dell'apparecchio od in derivazione su di esso.

Costruzione. - Un circuito filtro del primo tipo si realizza in cassetta come in figura e si accorderà sulla lunghezza d'onda *della stazione da eliminare.* Per conseguenza si sceglierà la bobina di lunghezza d'onda corrispondente. Un simile apparecchio si può anche montare in autotrasformatore, vale a dire si potrebbe unire l'antenna ad una presa mobile sulla self L_1, invece di attaccarsi ad un estremo.

I filtri tipo II si ottengono invece con una bobina a nido d'api attorno alla quale si avvolgono una decina di spire di filo di $^8/_{10}$ su cotone. La bobina a nido d'api costituisce la self L_1 e l'avvolgimento

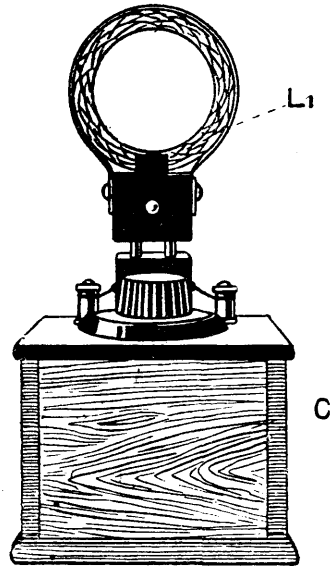


Fig. 309. — Il circuito filtro montato in cassetta

concentrico la self L_2 unita all'antenna ed all'apparecchio di accordo ordinario; le connessioni sono indicate in figura 308 II.

La bobina a nido d'api ed il condensatore C da $^1/_{1000}$ formano un circuito oscillante accordato sull'emissione da eliminare. In genere la bobina avrà da 30 a 50 spire se si tratta di eliminare onde corte e 200 ÷ 250 spire se si tratta di eliminare onde medie.

Entrambi questi filtri si usano benissimo nel primario di un apparecchio ad accordo in Tesla. L'uso è il seguente: si comincia col re-

golare l'apparecchio ricevente *sull'emissione da eliminare,* senza toccare il filtro. Poi si inserisce il filtro nel circuito di antenna e si regola il condensatore C sino ad ottenere la completa sparizione della stazione da eliminare. Ciò fatto si lascia il filtro in questa posizione e si cercano le stazioni lontane senza occuparsi menomamente di quella fermata dal filtro la quale è nell'impossibilità di disturbare.

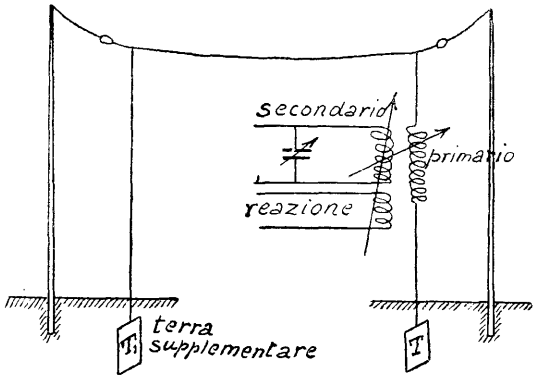


Fig. 310. — Presa di terra supplementare per migliorare la ricezione

Un'alto dispositivo per eliminare i parassiti è costituito dalla presa di terra supplementare, dispositivo che in alcuni casi si è rivelato ottimo.

Esso consiste semplicemente nell'unire l'estremità dell'antenna opposta a quella della discesa verso l' apparecchio con una presa di terra supplementare.

La presa di terra sarà, come il solito, costituita da una piastra metallica di circa 1 metro quadrato interrata ad una profondità di almeno 1 metro. Per questa terra si prendono tutte le precauzioni che si sogliono avere in questi casi, cioè suolo di preferenza umido, piastra disposta in un letto di carbone coke, ecc...

Per usare questo dispositivo è necessario che l'apparecchio sia montato in Tesla, qualunque sia il tipo di ricevitore usato.

Il miglior modo di realizzazione è quello che ricorre alle bobine a fondo di paniere, che permettono la regolazione più semplice. Il primario del Tesla non è accordato sulla lunghezza d'onda che si vuol ricevere. Le bobine utilizzate avranno in generale da 8 a 10 spire se si tratta di onde più corte dei 300 metri. Per onde sino a 1000 metri l'avvolgimento avrà da 15 a 20 spire. Oltre questi valori si

avranno delle bobine a 50 spire per permettere la recezione di onde di 4.000 metri al massimo.

In quanto all'avvolgimento secondario esso sarà naturalmente accordato sulla lunghezza d'onda della stazione trasmettente che si vuol ricevere. Coloro che si trovano nelle vicinanze di una stazione trasmettente potranno realizzare questo montaggio con un semplice apparecchio a galena. Nel caso di apparecchi a lampade si ha il vantaggio di impiegare il montaggio a reazione; la reazione si può realizzare sul secondario.

Con un installazione di questo genere a presa di terra supplementare si constata un notevole miglioramento delle audizioni rispetto a quelle ottenute con antenna semplice ed avvolgimento primario accordato sulle lunghezze d'onda da ricevere.

I parassiti risultano grandemente diminuiti, sono poi eliminati quelli che possono risultare dalle linee elettriche vicine e dall'emissione dei posti militari a scintilla. Il vantaggio è doppiamente sentito quando si ricevono onde corte e questo è dovuto senza dubbio alla diminuzione della capacità. Infine la messa a terra in permanenza dell'antenna è evidentemente una sicurezza interessante contro le scariche atmosferiche.

E' dunque interessante provare questo dispositivo che non mancherà di dare soddisfazione ai numerosi sanfilisti, beninteso che utilizzino la ricezione in Tesla.

Qualcuno potrà obiettare che la presa di terra supplementare indebolisce l'audizione e questo è in parte vero, ma è sempre preferibile avere un'audizione debole ma netta piuttosto di quell'inutile ricezione voluminosa ed assordante che fa rimpiangere i fonografi del buon tempo antico.

Un'altro mezzo di protezione efficace è la gabbia di Faraday, cioè una gabbia metallica a larghe maglie che circonda gli apparecchi riceventi. Vi sono poi il metodo differenziale o delle valvole in opposizione, quello dei quadri, il metodo Raund, ecc., tutti sistemi più o meno complicati e pochissimo usati dai dilettanti.

Altre cause di cattiva ricezione.

Non sono solo i parassiti quelli che disturbano le ricezioni, ma molte volte gli inconvenienti provengono dalla località stessa e dalla cattiva disposizione dell'impianto. Infatti vi sono dei dilettanti che lamentano una perenne mancanza di intensità di ricezione.

Se non vi è alcun difetto nell'antenna, nella terra, nelle batterie e nelle connessioni, vuol dire che la località è di quelle che gli inglesi chiamano « a blind spot » cioè punto « cieco » o « sordo » che dir si voglia. Queste località sono più numerose di quel che non si creda.

Il fenomeno è talvolta dovuto alla presenza di grandi masse semimetalliche nelle vicinanze (monti di scorie, rosticci, rottami di fonderia ecc., nelle città in cui si lavora il ferro e l'acciaio).

Esso può anche esser dovuto al suolo secco, che diventa impermeabile a piccola profondità.

Una località sorda si può identificare paragonando il funzionamento dell'apparecchio con quello di altri collocati nelle vicinanze. Se tutti gli altri hanno lo stesso difetto non c'è che da incolparne la località.

Talvolta avviene che in una casa non si possa combinare nulla di buono malgrado gli apparecchi vicini funzionino perfettamente e ciò è imputabile alla costruzione della casa (esistenza di una scala di ferro, costruzioni in cemento armato, esistenza di un complicato sistema di tubazioni ecc). In questi casi l'esperienza dimostra che conviene rinunciare all'antenna, servendosi invece di un antenna interna o di un quadro.

A proposito del quadro bisogna rettificare una curiosa idea che taluni si sono fatta sul suo funzionamento. Essi credono che per usare il quadro occorra tenere le *finestre aperte,* mentre invece si riceve benissimo con le finestre chiuse.

Se l'intensità dell'audizione varia notevolmente ad intervalli regolari, la causa va ricercata nelle antenne dei vicini che i proprietari lasciano oscillare, beninteso elettricamente. Queste oscillazioni elettriche, dovute ad una reazione troppo spinta, non sono talvolta sufficienti a far nascere del frastuono nell'apparecchio, ma se gli apparecchi da cui esse provengono sono accordati in modo un' lasco, esse potranno causare tanto un leggiero aumento quanto una diminuzione dell'intensità di ricezione dei vicini.

Pare che a questa causa si debba attribuire la portata eccezionale talvolta riscontrata negli apparecchi a galena. (Recentemente alcuni possessori di apparecchi a galena hanno ricevuto benissimo le stazioni canadesi !).

Pare infatti che essi siano aiutati dall'irradiamento delle antenne dei vicini.

Alle cause finora enumerate è quasi impossibile rimediare, non

c'è che da sperare di non essere in una località «sorda» e sperare nell'educazione dei vicini possesori di apparecchi riceventi: chi non vuol essere disturbato ha anche l'obbligo di regolare i proprii apparecchi in modo da non andare in reazione troppo spinta.

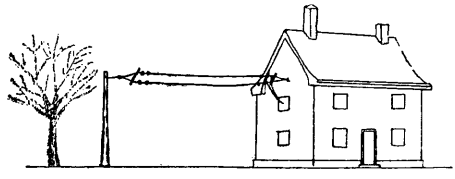


Fig. 311. — Un'antenna mal disposta

Anzitutto occorre che l'antenna sia ben disposta e mai a ridosso di un ostacolo. La figura 311 mostra il caso di un antenna disposta così male da avere come uno schermo impenetrabile ai due estremi. Infatti un capo dell'antenna è riparato da un'albero e l'altro dalla casa stessa.

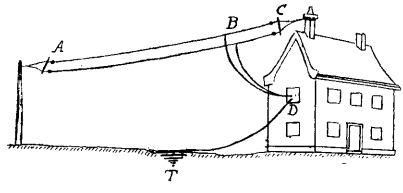


Fig. 312. — Altro esempio di antenna irrazionale

Con questa disposizione si potrà magari avere una buona recezione in inverno, ma non mai in estate quando l'albero è denso di linfa e ricoperto di foglie.

Un rimedio efficace sarebbe quello di sopraelevare l'antenna attaccandola ad un camino sopra i tetti ed a una pertica assicurata sopra la parte più alta dell'albero. La figura 312 rappresenta un'antenna che riunisce in sè un sorprendente numero di difetti. In primo luogo l'estremità libera si trova dalla parte più bassa e ciò è male. Consideriamo ora la discesa: i due rami anzichè partire dalle estremità dei fili sono invece fissati ad una certa distanza dagli isolatori. In questo modo, abbiamo un'antenna a T con due branche di lunghezza diversa. Durante la recezione la porzione A B D sarà accordata su una certa lunghezza d'onda, la porzione C B D su un'altra, poichè ciascuna porzione ha la propria lunghezza d'onda. Si otterrà così una sintonia poco acuta che indebolisce i segnali.

Questo errore è comunissimo, basta osservare la maggior parte delle antenne da dilettante che ora sorgono su tutti i tetti.

Osserviamo ora i fili di discesa: essi non sono abbastanza tesi ed il vento li farà oscillare tanto verso la casa quando dalla parte opposta. Ne risultano delle periodiche variazioni di intensità di audizione causate dalla variazione di capacità alla terra. Inoltre vediamo che il filo di terra è troppo lungo e viene ad adagiarsi sul suolo prima di toccare la piastra di terra. Questo conduttore dovrebbe essere corto il più possibile e isolato dal suolo: in caso di necessità conviene magari sostenerlo con un picchetto.

COSTRUZIONE DEI QUADRI.

Ci occuperemo solo del quadro per onde corte ed onde medie che è il più usato (fig. 313). Si tagliano due assicelle di legno duro e

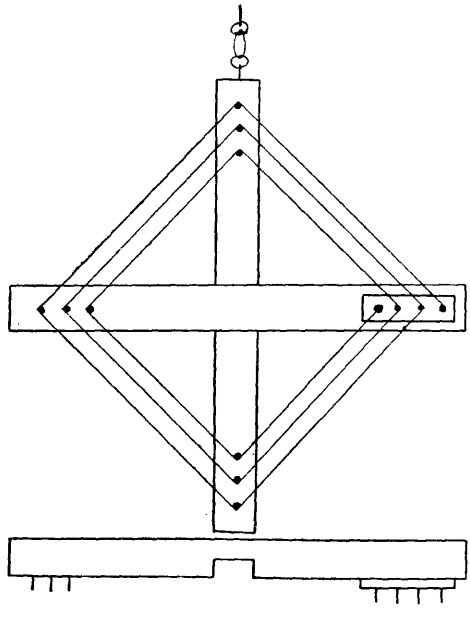


Fig. 313. — Quadro orientabile da appendersi al soffitto

secco secondo le dimensioni indicate in figura 314. Se si vuole sospendere il quadro al soffitto basterà attaccargli un paio di isolatori e

sospenderlo ad un gancio del soffitto. Volendo invece montarlo su un tavolo o sgabello, bisognerà tornire l'estremità T. R. del gambo verticale e metterla fra due grossi dischi di legno che ne permettono la rotazione entro ad un foro praticato sulla plancia dello sgabello. Anzichè piantare gli isolatori nel legno delle assicelle conviene fissare sugli estremi delle quattro braccia delle tavolette di ebanite sulle quali si avviteranno gli isolatori con viti di ottone. L'avvolgimento si fa con treccia di 2 o 3 fili di $^{6}/_{10}$ isolata in seta o meglio ancora con cavetti di 10 a 12 decimi formati da sottili fili smaltati e senz'altro isolamento.

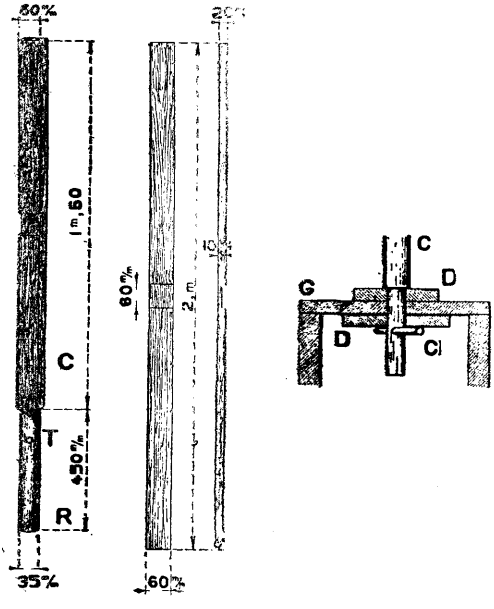


Fig. 314. — Costruzione di un quadro: C asta verticale del quadro, G piano del tavolino, DD dischi di fissaggio, C coppiglia o spina in legno

Si avvolgeranno 7 spire spaziate di 3 cm. (per onde da 350 a 1000 metri) e solo 4 spire per ricevere le onde corte (150 ÷ 200 metri).

Sul tavolo o sullo sgabello conviene sempre montare un quadrante di riferimento diviso in 360 gradi come quelli già descritti in principio del libro.

Volendo invece costruire il quadro più semplice per soffitto si procederà così (fig. 313).

Si costruisca una croce di legno di metri 1,500 circa di lato incastrando le due assi come in figura, poi su tre dei bracci, partendo dalla fine si fissino con viti o chiodi di ottone 15 isolatori comuni di porcellana. La distanza fra vite e vite deve essere di cm. 2,5; sul quarto braccio si saldi una lastrina d'ebanite tenuta a circa un cm. di distanza dal legno, con il sistema già indicato per i supporti per lampada, e su questa si saldino, pure a cm. 2,5 fra loro di distanza, 16 serrafili di ottone.

Poi partendo dal primo serrafilo si attacchi uno dei capi di una matassa di filo da campanelli (sezione mm. 0,8) e lo si avvolga come

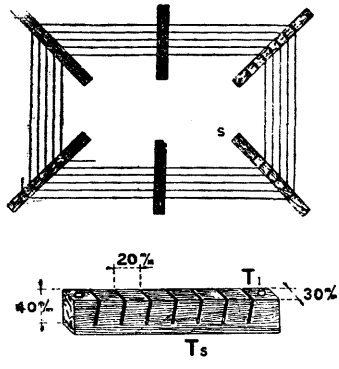


Fig. 315. — Disposizione di un quadro improvvisato contro un muro o dietro un armadio: S assicelle intagliate, Ts particolare

alla figura saldandolo ad ogni serrafilo a stagno. Il quadro così terminato si attacca al soffitto isolandolo nel filo di sostegno con isolatori di porcellana. Bisogna ricordare che il filo non deve mai essere girato attorno agli isolatori, ma passarvi semplicemente da un lato.

Si fa così un quadro con presa di spira in spira, che può servir bene per onde da 200 a 1000 metri.

Quadri di fortuna.

Si può usare quando manca lo spazio o quando si dispone in casa di una tramezza o muro ben orientato. Molti usano il quadro di fortuna servendosi della parte posteriore di un armadio o buffet o simile su cui inchiodano gli isolatori e questa è forse la miglior solu-

zione. La figura 315 mostra una facile applicazione su armadio. Basta prendere 6 assicelle, intagliarle per il passaggio dei fili e fare così a meno degli isolatori.

Le misure saranno quelle dell'armadio e lo spaziamento di 2 a 3 cm. fra spira e spira.

Antenne speciali.

Citeremo solo l'antenna Beverage inventata da un dilettante ed ora in servizio alla stazione ricevente di New York (Riverhead) per il servizio con l'Europa.

Si tratta di un'antenna lunghissima, monofilo e molto bassa, diretta nella direzione da cui si vuole ricevere (fig. 316).

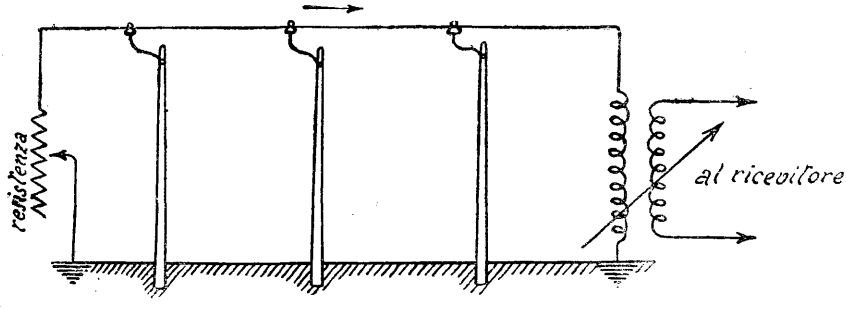


Fig. 316. — Schema dell'antenna Beverage usata per le prove transatlantiche

Questo tipo di antenna è usato in Europa da molti dilettanti che si interessano di prove transatlantiche ed è l'unica che permetta di ricevere con sicurezza gli americani. I suoi vantaggi sono: eliminazione dei parassiti, grande sensibilità e abolizione della regolazione del primario.

Essa è generalmente uguale o più lunga della lunghezza d'onda che si vuol ricevere e perciò è solo installabile in campagna.

Ecco le caratteristiche di un'antenna per la ricezione delle onde di 200 metri: filo di 30 decimi, lungo 180 ÷ 200 metri e teso a 4 metri da terra. Su un estremo abbiamo una resistenza senza self (lampadine a filamento di carbonio) e dall'altra un dispositivo Tesla il cui secondario agisce sugli apparecchi riceventi. Il Tesla è formato semplicemente da due spirali di $^{6}/_{10}$ avvolte su due tubi che scorrono l'uno dentro l'altro.

L'antenna Beverage di Riverhead che riceve le comunicazioni d'Europa su onde lunghe è lunga esattamente km. 14,4.

PILE E ACCUMULATORI.

In ogni apparecchio ricevente a valvole abbiamo la presenza di due batterie: quella anodica o di placca, che deve fornire 40 ÷ 80 volt e pochissima intensità e quella d'accensione che deve fornire solo 4 volt ma una forte intensità.

La batteria anodica è generalmente formata da pile a secco unite in serie e sotto questa forma è di impiego comodissimo; però la sua durata è assai breve, da 3 a 4 mesi circa. Quando la batteria è quasi scarica si riceve malissimo causa un continuo ronzio dovuto alla maggior resistenza interna della batteria stessa. Qualcuno potrebbe pensare di sostituire solo gli elementi scarichi, lasciando in funzione gli altri ma ciò non si deve mai fare perchè non fornisce alcun vantaggio. Si dovrà quindi sostituire l'intera batteria.

Non esiste alcun mezzo per rigenerare le batterie a secco scariche, si potrà tuttavia provare il seguente palliativo: quando la tensione scende dagli 80 volt iniziali a 50 ÷ 60 volt vi possono essere due cause di questo fatto: 1° gli zinchi sono consumati, 2° l'abbassamento di tensione è dovuto solo ad un effetto di polarizzazione che fa aumentare la resistenza interna. Nel primo caso le pile sono inservibili per sempre, nel secondo è possibile rigenerare ancora più volte le pile esaurite riuscendo a raddoppiare e triplicare la vita delle batterie.

L'operazione è semplice, basta far passare nella batteria, per 10 o 20 minuti una corrente continua di debole intensità proprio come se si trattasse di ricaricare degli accumulatori. Per batterie da 80 volt si può usare la corrente continua a 110 volt con 2 o 3 decimi di ampère. Per batterie da 40 volt conviene usare il 110 con inserita una resistenza di circa 60 ohm.

Il passaggio della corrente continua produce probabilmente una depolarizzazione della pila e quindi diminuisce la sua resistenza interna. Anche se la maggior durata non fosse rilevante, rappresenterebbe sempre un utile per il dilettante.

A coloro che intendono dedicarsi veramente alla radio usando l'apparecchio tutto l'anno non possiamo che consigliare l'impiego di pile normali da suonerie. Si useranno circa 60 elementi Leclanché o Galvanophor a liquido, uniti in serie e rinchiusi magari in un armadio, un soppalco ecc., dal quale partono due grossi fili di rame che vanno

all'apparecchio. Le batterie a liquido costano un po' più care ma durano per molti anni e funzionano in modo regolarissimo risultando in fine più economiche di quelle a secco.

Preparazione delle pile a secco.

Indicheremo un sistema economico per fabbricare queste pile chiamate *a secco,* mentre in realtà funzionano solamente perchè sono *umide.*

Si prende un positivo di quelli usati nelle pile a biossido di manganese, e lo si mette a bagno per 24 ore in una soluzione di cloridrato d'ammoniaca. Poi si prepara a caldo una pasta densa con dell'amido sciolto in una soluzione di cloridrato d'ammoniaca. Si dispone il sacco poroso nel centro di un recipiente di cartone laccato o semplicemente di legno intonacato con catrame e si cola tutto in giro la pasta d'amido.

Non rimane altro da fare che introdurre lo zinco circolare il quale discenderà attraverso alla pasta circondando il sacco poroso.

Nel chiudere l'elemento si ricopre il tutto con segatura di legno o polvere di sughero e vi si colerà sopra del gesso o della cera fusa.

Naturalmente bisogna lasciare un forellino per l'aria e questo si ottiene introducendo una piccola cannuccia di vetro prima che il gesso o la cera siano solidificati.

Invece dell'amido si può usare la fecola che costa meno, ma l'amido è sempre il più efficace. Un simile elemento dura circa 4 mesi senza richiedere alcuna cura e fornisce risultati uguali a quelli delle pile che si trovano in commercio.

Costruzione di una batteria anodica ad accumulatori.

Alle pile a secco presto esaurite si preferisce talvolta l'uso di una batteria di accumulatori la quale ha invece un'enorme durata appunto per la possibilità di ricaricarla.

Spiegheremo la costruzione di una batteria di 40 elementi della capacità di ½ amper-ora, capacità grandissima per una batteria anodica, la quale non eroga di più di qualche centesimo di ampère.

Da una lastra di piombo spessa mm. 1,5 si ritagliano delle striscie di 22 cm. di lunghezza e 14 mm. di larghezza in modo che ogni lamina forma due piastre (fig. 317).

Dopo aver ripetutamente traforato con fori di 3 mm. le due estremità di ciascuna lamina, su un tratto di 30 mm. si ripiegano i tratti forati sulle parti non traforate, lasciando fra le due parti uno spazio di circa 1 mm.

I fori e lo spazio di 1 mm. si riempiranno con una pasta formata in parti uguali da minio e litargirio impastati con un po' d'acqua for-

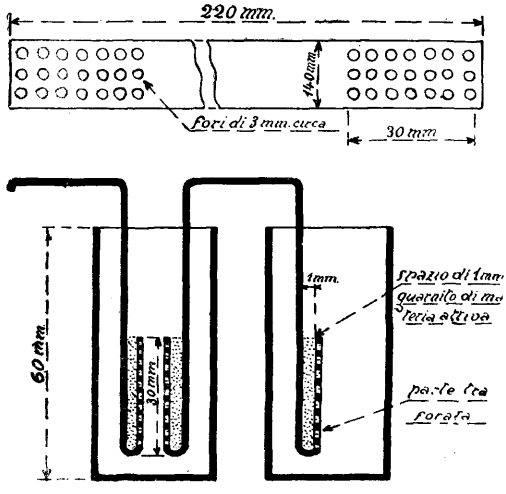


Fig. 317. — Preparazione di una batteria anodica ad accumulatori

temente acidulata con dell'acido solforico, alla pasta si aggiungono alcune goccie di glicerina comune per dargli una maggior consistenza dopo asciugata.

Quando la pasta è asciutta si ripiegano le lamine ad U e si mettono entro a piccoli vasi di vetro sul tipo di quelli usati per le pile. In ogni vaso si metterà una soluzione comune da accumulatori di acqua distillata e acido solforico. Per evitare spruzzi di acido si versa sempre l'acqua sull'acido e mai l'acido sull'acqua. Non rimane che a mettere la batteria sotto carica su corrente continua a 110 volt, intercalando in serie una lampada da cinque candele a filamento metallico (monowatt).

Dopo circa 24 ore la batteria è pronta a funzionare e può assicurare il funzionamento di un 4 valvole per un centinaio di ore.

Essa però si scarica molto presto e solo dopo una decina di cariche sarà perfettamente formata ed allora richiederà la carica solo più una volta al mese.

ACCUMULATORI.

Per l'accensione del filamento si usano batterie da 4 ÷ 6 volt e 90 ÷ 150 amper-ora di capacità. Il tipo più indicato è quello a vaschetta in celluloide che ha il pregio di rendere visibili le placche. Lo studio del principio dell'accumulatore, delle sue reazioni ecc. ci por-

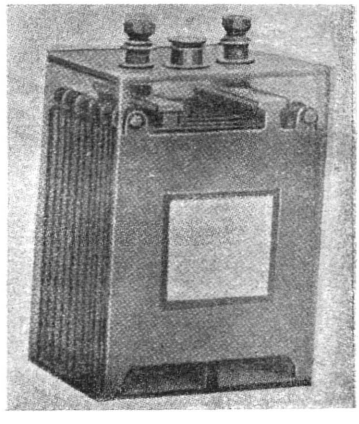


Fig. 318. — Accumulatore a 4 volts (2 elementi) usato per radio

terebbe troppo oltre e perciò rimandiamo il Lettore desideroso di altri particolari a quelle pubblicazioni che trattano paticolarmente questo argomento (1).

Ci accontenteremo di dire qualcosa sulla carica e sulla manutenzione di queste piccole batterie.

---

(1) Luciano Bonacossa - " L'accumulatore elettrico „ - Lavagnolo, editore - Torino.

Gli apparecchi ricevitori attuali lavorano con valvole a debole consumo (0,06 ampère) oppure con valvole a consumo normale (0,7 ampère circa).

Le valvole a consumo ridotto richiedono una tensione molto precisa di volt 2,8 e perciò si alimentano con pile a 6 volt munite di un reostato di regolazione di circa 8 ohm.

Le valvole normali richiedono invece una batteria di 2 elementi il cui voltaggio scende gradualmente da 4,2 a 3,8 volt. Le variazioni di tensione entro questi limiti hanno pochissima influenza sul funzionamento dell'apparecchio e perciò la funzione del reostato è limitatissima, per non dire inutile. Poichè tra la batteria e le valvole non vi debbono essere cadute di tensione, si useranno sempre fili di grossa sezione per tutte le connessioni e si eseguiranno con la massima cura le saldature.

La prova seguente serve per rivelare le cadute di tensione troppo intense e quindi non ammissibili, essa deve essere eseguita con le *valvole accese.*

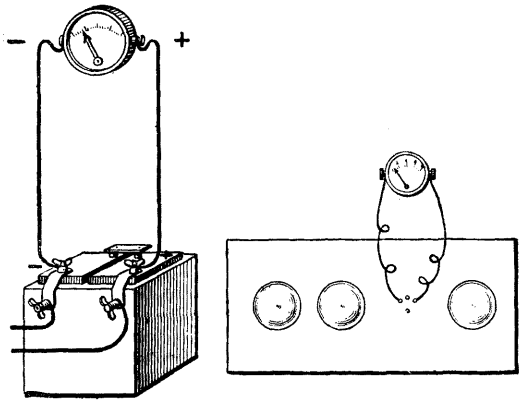


Fig. 319. — A sinistra: controllo della tensione alla sorgente (Batteria); a destra: controllo della caduta di tensione sugli attacchi di una valvola

Si misurerà al voltmetro la tensione ai morsetti della batteria, come indicato in figura 319. La batteria ben carica dovrà indicare 4,2 volt. Poi, tenendo le valvole accese, se ne toglierà una e si misurerà la tensione fra le spine del filamento. La differenza riscontrata

fra queste due tensioni non deve essere superiore a 0,1 volt. Una caduta di tensiene superiore indica che la sezione dei conduttori non è sufficiente e che una parte dell'energia della batteria viene inutilmente dissipata in calore.

Capacità della batteria. — E' la quantità di elettricità che un accumulatore può fornire alla scarica. La capacità è tanto minore quanto più l'intensità di scarica è elevata. Se un accumulatore ha una capacità di 20 amper-ora con scarica lenta, la sua capacità si riduce a 9 amper-ora sotto scarica continua e solo a 3 amper-ora sotto scarica rapidissima di 5 ore.

La capacità indicata sulle targhette delle batterie si riferisce sempre ad una scarica a regime lento.

Manutenzione. — Il livello del liquido deve oltrepassare di 1 cm. l'altezza delle piastre. Il liquido evaporato va sostituito con acqua distillata o piovana e non mai con acqua potabile.

I morsetti vanno protetti dall'azione dell'acido ricoprendoli con vaselina.

La scarica non deve mai essere completa e non si deve mai spingere al disotto di 1,8 volt per elemento.

Gli accumulatori non si lasciano mai scarichi più di 24 ore e si ricaricano regolarmente una volta al mese, anche se non si adoperano.

Caricare ad 1/10 della capacità, per esempio 4 ampère per un accumulatore di 40 ampère-ora, è sempre preferibile la carica lenta con minima intensità.

Quando l'elemento in carica bolle da circa un'ora vuol dire che la carica è terminata, esso deve indicare 2,4 volt.

Per controllare la densità del bagno si usa un densimetro il quale segnerà 28 Beaumé quando è carico e 22 Beaumé quando è scarico.

Una volta ogni sei mesi si toglieranno le piastre e si pulirà la vaschetta.

Gli accumulatori deperiscono per solfatazione che si manifesta con l'apparire di chiazze biancastre. Per rimetterlo in ordine si tenterà la seguente operazione: sostituire l'elettrolito con acqua distillata e caricare e scaricare ripetutamente a regime lento sino a sparizione delle incrostazioni bianche delle piastre.

Avviene talvolta che uno schizzo di acqua acidulata venga a cadere sugli abiti con la certezza di rovinarli: l'unico rimedio è di lavare subito il tessuto con una soluzione metà acqua e metà ammoniaca.

L'accumulatore tipo Tudor, Planté, ecc. è di difficilissima costruzione da parte del dilettante. Riesce invece facilissima la preparazione dell'accumulatore Gandini, che è adattissimo per la radio.

Costruzione degli accumulatori Gandini.

La lastra di piombo è sostituita da dei pezzi di piombo arborescente secondo il metodo ideato da Edison. Infatti le piastre di piombo normali o quelle con ossidi riportati sono poco efficaci perchè presentano una superficie attiva poco estesa. Per ottenere piastre a grande superficie si cola del piombo fuso da una certa altezza nell'acqua. La cristallizzazione è impedita per la grande velocità di passaggio fra lo stato fuso e quello solido ed il metallo assume una particolare forma arborea ad estesissima superficie.

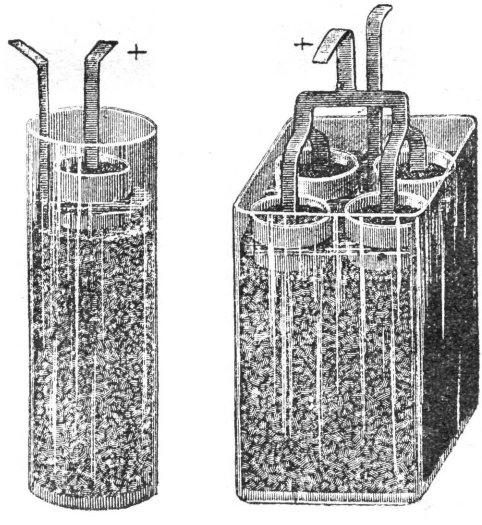


Fig. 320. — Accumulatori Gandini
ad 1 e 4 elementi

L'accumulatore Gandini, detto anche a diaframma, è formato da piombo arborescente così ottenuto che riempie un vaso poroso da pile e lo spazio compreso fra questo vaso poroso ed un comune recipiente di vetro (fig. 320).

Due appendici di piombo attraversano le due masse metalliche e formano gli elettrodi. L'elemento completo viene riempito con la solita soluzione di acido solforico e sottoposto a successive cariche e scariche per un periodo di 15 giorni, compiendo così quell'operazione chiamata formazione dell'accumulatore. Mescolando del minio o del litargirio alle due masse di piombo spugnoso si ottiene una formazione più rapida.

I RADDRIZZATORI DI CORRENTE ALTERNATA.

I raddrizzatori più usati per la carica delle batterie da radio sono quelli formati semplicemente da una valvola a due elettrodi, tipo Tungar, Philips, all'argonio, ecc., però molti dilettanti preferiscono costruirsi l'apparecchio raddrizzatore ed allora si ricorre quasi sempre al raddizzatore Sestini, chiamato anche valvola elettrolitica.

Per la carica di piccole batterie è questo il raddrizzatore più indicato, anche se il rendimento non è troppo elevato.

Il principio su cui sono basati questi apparecchi è il seguente:

Prendiamo un vaso di vetro (fig. 322) contenente una soluzione concentrata di fosfato d'ammonio ed immergiamo nel liquido due elettrodi, uno di alluminio e l'altro di piombo.

Il fenomeno si verifica ugualmente anche se, invece dell'elettrodo di piombo, ne mettiamo semplicemente uno di ferro, in questo caso però il liquido, od elettrolito, non dovrà più essere del fosfato d'ammonio, ma bensì del fosfato di sodio, oppure del bicarbonato di soda in soluzione di 50 grammi ogni litro.

Attacchiamo i morsetti B e C ad una linea a corrente continua e inseriamo nel circuito una resistenza R per evitare i corti circuiti. Vediamo ora cosa avviene:

Se il polo C è unito al polo + della linea, ed il punto B al polo —, nel liquido non avremo alcun passaggio di corrente e l'amperometro A resterà immobile.

Invertendo invece i poli B e C vediamo che la corrente passa facilmente.

Il fatto è questo: la corrente può passare dal piombo (o dal ferro) all'alluminio, ma non può circolare in senso inverso, cioè dall'alluminio

al piombo. Da questo fatto si scorge la possibilità di creare un apparecchio capace di raddrizzare la corrente alternata, cioè di lasciar

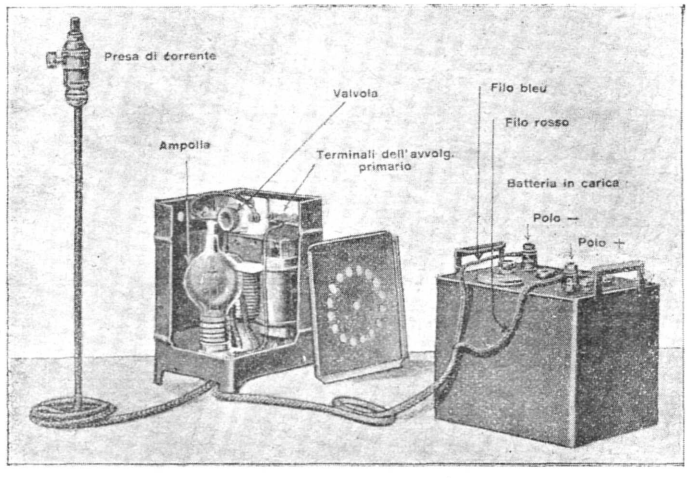


Fig. 321. — Il raddrizzatore Tungar è composto essenzialmente da un diodo o valvola a 2 elettrodi e da un trasformatore abbassatore

passare solo le onde dirette in un senso, arrestando il passaggio della corrente nel momento in cui questa cambia senso.

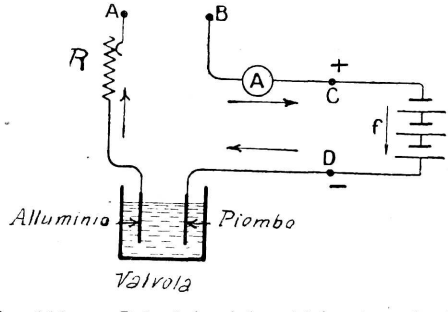


Fig. 322. — Principio del raddrizzatore Sestini

L'apparecchio agisce come una valvola che lascia passare un fluido in un solo senso e quindi ne è derivato il nome di valvola elettrolitica, valvola Nodon, Sestini, ecc.

Nella figura è rappresentato l'apparecchio nella sua forma più semplice.

Potremo attaccare i morsetti B e C ad una linea a corrente alter-

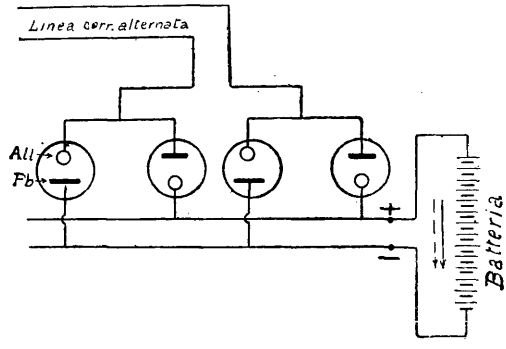


Fig. 323. — Carica con entrambe le alternanze

nata, ed in CD una batteria di accumulatori da caricare. Nello stabilire le connessioni bisogna seguire esattamente le polarità indicate nello schizzo, non dimenticando il reostato R per regolare l'intensità. La freccia *f* indica la direzione della corrente ottenuta.

Operando in questo modo, possiamo solamente utilizzare una sola alternanza della corrente, e quindi la carica di una batteria richiede troppo tempo.

Per procedere alla svelta si può usare il procedimento indicato nella figura 323, con quattro valvole elettrolitiche, che permettono di utilizzare entrambe le alternanze. Una delle onde percorre il sistema nel senso indicato dalla freccia piena, l'altra onda segue la via indicata dalla freccia punteggiata, entrambe vengono poi a sommarsi sulla batteria da caricare.

La figura 324 indica ancora un'altra disposizione per la carica delle batterie, ed in essa vediamo la presenza di un trasformatore T.

Il polo + è allora unito al centro B del secondario del trasformatore.

Questa disposizione è particolarmente consigliabile perchè permette di scegliere la tensione secondaria in rapporto con la tensione necessaria per caricare la batteria e quindi si evitano le forti perdite di

energia causate dal reostato. Per esempio conviene un trasformatore da 300 watt il quale riduce la tensione a circa 40 ÷ 50 volt sul secondario.

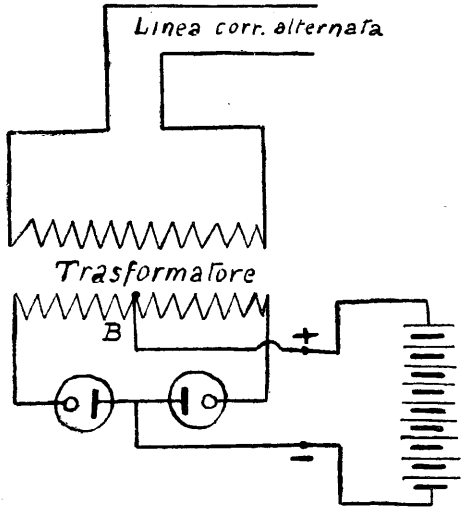


Fig. 324. — Carica con trasformatore-abbassatore

La soluzione di bicarbonato è meno costosa, ma rovina presto gli elettrodi e produce forte riscaldamento, la soluzione di fosfato è più costosa, ma intacca meno gli elettrodi, riscalda meno, dà meno deposito al fondo e deve essere cambiata assai più di rado.

Quando il raddrizzatore con l'uso lascia passare poca corrente, bisogna togliere il piombo che si sarà ricoperto di uno strato d'ossido, e, o sostituirlo o raschiare l'ossido e raschiare bene l'elettrodo.

Facendo entrare un polo di corrente alternata dal piombo, si ha all'uscita dall'alluminio il positivo (+); facendo entrare un polo di corrente alternata dall'alluminio si ha all'uscita dal piombo corrente negativa (—).

Prima dell'uso bisogna provare se la corrente ottenuta è perfettamente continua, perchè se l'alluminio non è abbastanza puro, lascia passare corrente alternata.

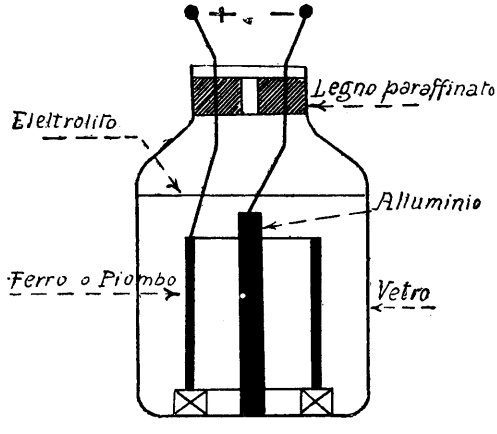
Costruzione di un raddrizzatore.

Il recipiente è costituito da una vaschetta di vetro uguale a quelle delle comuni pile a liquido. L'elettrolito sarà formato da una soluzione concentrata (50 grammi ogni litro) di fosfato neutro di ammonio o di sodio, oppure bicarbonato di sodio, secondo che l'anodo (polo —) sarà di piombo o di ferro.

Il catodo (polo +) consisterà in una bacchetta di alluminio da 10 a 15 mm. di diametro oppure in un vecchio recipiente da cucina di alluminio che a furia di martellate si ridurrà in forma di barra.

L'anodo ha generalmente la forma di un cilindro, ottenuto avvolgendo un foglio di lamiera di piombo o di ferro, esso ha un diametro uguale a circa la metà delle dimensioni della vaschetta. Il livello dell'elettrolito deve superare di circa 5 cm. l'altezza dell'anodo e del catodo.

Per facilitare il raffreddamento del liquido, sarà bene appoggiare il cilindro dell'anodo sopra un sostegno, lasciando dello spazio libero fra i punti di appoggio. Un tappo di fibra o di legno paraffinato serve



Ftg. 325. — Raddrizzatore Sestini

di chiusura al recipiente, esso è attraversato dai conduttori che vanno agli elettrodi ed è munito di due fori supplementari per lasciare libero sfogo ai gas.

E' necessario che la superficie del catodo sia sempre molto minore

di quella dell'anodo, esso non deve riscaldarsi troppo durante il funzionamento ed il liquido non deve mai entrare in ebollizione.

Quest'ultimo deve essere rinnovato ogni due o tre mesi; se però l'eccessivo sviluppo di gas ha fatto scemare il livello del liquido si dovrà subito aggiungere dell'acqua.

Ecco alcuni dati di costruzione:

Vaschetta di vetro di 17 cm. di altezza, 4 elementi montati secondo lo schema della figura 325.

Catodi di alluminio costituiti da piastre di 120 × 30 × 3. Anodi formati da cilindri di ferro di 70 di diametro e 120 di altezza, spessore 1 cm.

Elettrolito acqua con aggiunta del 5 % di bicarbonato di soda puro. Tensione alternativa volt 110 a vuoto e volt 104 sotto erogazione di 5 ampère. Uso normale: carica a 2 ampère.

Rendimento sotto diverse intensità:

Intensità	Tensione in corrente continua
A vuoto	150 volt
0,5 Ampére	98
1 Ampére	88
2 Ampére	82
3 Ampére	78
4 Ampére	75
5 Ampére	73

Cioè i rendimenti sono del 70 % per i volt, 90 % per gli ampère, 60 % per la potenza. Un simile apparecchio serve per la carica di entrambe le batterie di un ricevitore.

Alimentazione su corrente industriale.

Considerate le spese e le noie causate dalle batterie, il primo pensiero dei tecnici e dei dilettanti è stato quello di abolirle utilizzando la corrente a tensione industriale fornita dalle linee urbane.

La maggior parte delle città hanno ora una rete di distribuzione a corrente alternata che è quella meno adatta ad azionare gli appa-

recchi riceventi. Tutte le soluzioni sin'ora trovate hanno dei difetti, o non riescono ad eliminare i disturbi causati dalla periodica variazione della corrente, o si tratta di soluzioni così complicate da rendere preferibile l'impiego della batteria.

Più facile è invece l'impiego della corrente continua: basterà disporre le cose in modo da abbassare semplicemente la tensione al va-

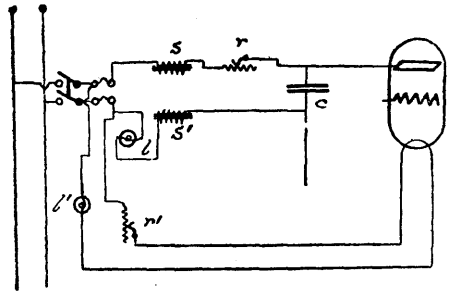


Fig. 326. — Alimentazione di un ricevitore a valvole su corrente continua industriale

lore voluto. Così sul 110 volt si disporrà in ogni derivazione di alimentazione una lampadina comune magari con l'aggiunta di un reostato per perfezionare la regolazione (fig. 326). Le due derivazioni saranno comandate da un interruttore (con relative valvole) avendo cura di installare *sempre* un condensatore fra la self d'antenna e la terra per evitare di mettere a terra la linea della luce.

Con 110 volt e per l'alimentazione del filamento si disporrà in serie una lampada *l'* di 50 candele a filamento metallico, oppure due lampade da 25 candele.

In questo caso il circuito di placca (80 volt) si potrà alimentare con una derivazione comprendente una lampada da 5 candele a filamento pure metallico.

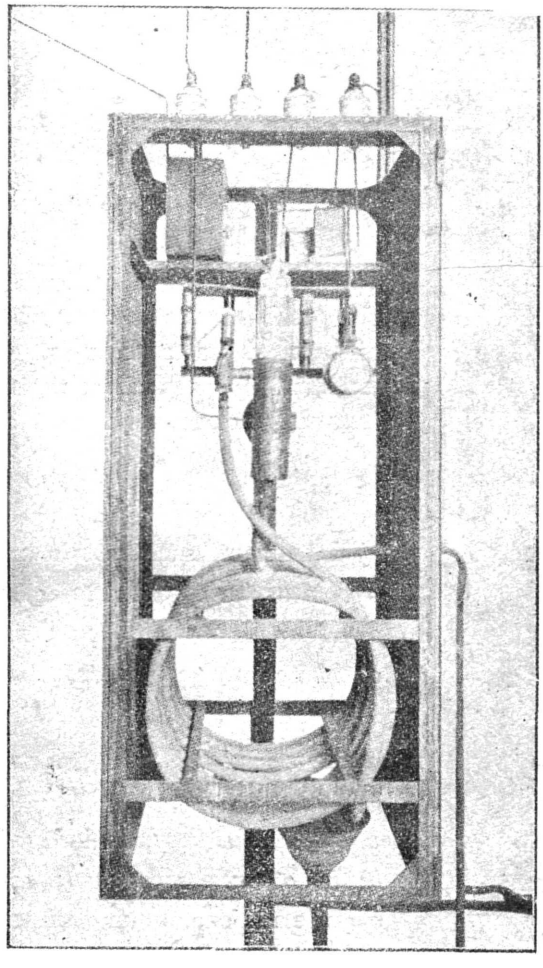
Per evitare il ritorno delle oscillazioni ad alta tensione e facilitare il loro passaggio nel circuito di placca, si intercalano due self S ed S' ed un condensatore C.

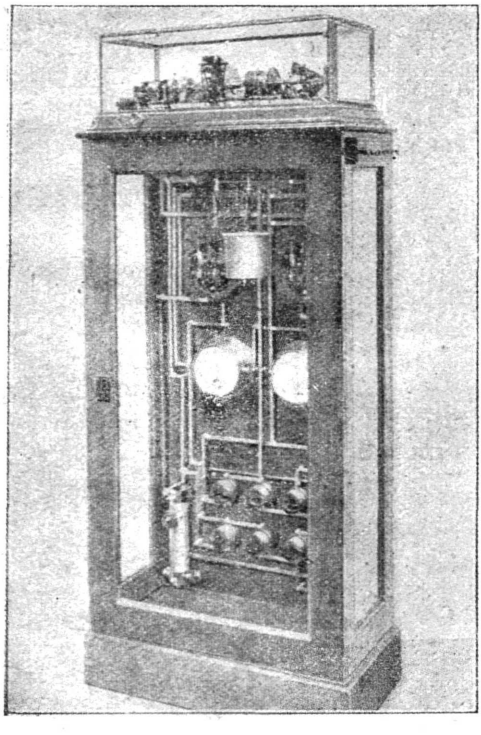
Naturalmente avremo una grande quantità di energia dissipata in calore e quindi un cattivo rendimento, ma forse preferibile alla noia di caricare le batterie.

Prezzo L. 1,50 - *Supplemento al N.° 10 (1926)* di "IL GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI" G. Lavagnolo, *direttore-responsabile*

La valvola unica della stazione trasmettente di Clichy che è stata intesa a 6000 km. di distanza.

La sua potenza permette di ottenere 10 kw. nell'antenna. La placca è raffreddata mediante una circolazione d'acqua.





Il pendolo dell'osservatorio astronomico di Parigi che trasmette giornalmente il segnale orario. Sopra di esso è visibile l'apparecchio automatico di trasmissione

La ricerca delle cause di cattivo funzionamento di un apparecchio ricevente.

Come tutte le macchine anche gli apparecchi riceventi sono soggetti a delle *pannes* che mettono in imbarazzo il principiante. Per lo più non si tratta di guasti gravi ma di disattenzioni o piccole imperfezioni che è facile scoprire quando si ha un po' di pratica. Le seguenti norme serviranno di guida per la ricerca dei guasti.

I° - **Le valvole non si accendono.**

a) I filamenti sono rotti o bruciati,

b) La batteria è completamente scarica,

c) E' interrotta una connessione del circuito di accensione,

d) Manca un buon contatto fra le spine della valvola.

II° - **L'audizione è accompagnata da rumori.**

a) Si tratta di parassiti atmosferici o dovuti alla vicinanza di una linea elettrica a tensione industriale.

b) Le batterie sono troppo scariche.

c) Interruzione di una connessione nel circuito oscillante.

III° - **L'apparecchio rimane muto.**

a) La cuffia non è inserita.

b) Vi è un'interruzione nel filo della cuffia.

c) Cattivo contatto fra le spine di placca dell'ultima valvola.

IV° - **L'apparecchio urla quando si avvicinano le mani.**

a) La reazione è troppo spinta.

b) Su onde corte non si possono toccare i pomelli dei condensatori ma si devono regolare a distanza con manici di ebanite.

V° - **La recezione è più intensa con una sola valvola che con l'aggiunta di altre valvole in bassa frequenza.**

a) Le connessioni della batteria di accensione sono invertite.

b) Uno dei trasformatori è montato a rovescio.

c) Manca una connessione ai trasformatori.

d) Una delle valvole è cattiva. (Una valvola buona come detectrice non è detto che sia altrettanto buona come amplificatrice).

e) I trasformatori usati non sono di buona marca.

VI. - **Quando si attacca l'amplificazione in bassa si sente un suono musicale continuo.**

a) I trasformatori sono troppo vicini fra loro e reagiscono l'uno sull'altro, allontanarli e disporli ad angolo retto fra loro.

b) Si usano troppi stadi di amplificazione in bassa (non usarne mai più di due con trasformatori).

c) L'altoparlante reagisce sulla detectrice. Allontanarlo dall'apparecchio.

d) La batteria di placca ha troppa resistenza e si oppone al passaggio dell'alta frequenza. Mettere in derivazione sulla batteria un condensatore di 1 o 2 microfarad.

VII. - **L'apparecchio a reazione è buono, l'antenna è buona, ma si sentono solo le stazioni vicine e non quelle lontane.**

Il dilettante non sa regolare l'apparecchio (non vi sono altre spiegazioni).

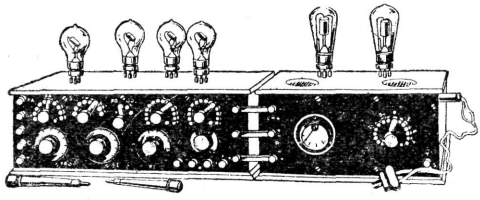
***

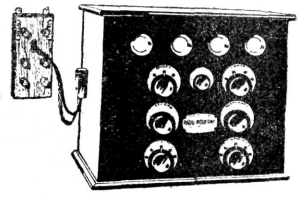
Per la ricerca sistematica dei guasti si può seguire la seguente tabella che i venditori americani consegnano come istruzione per l'uso di ogni apparecchio.

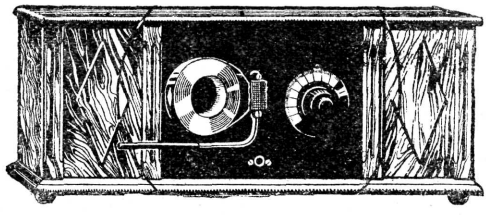
Tabella per la ricerca dei guasti

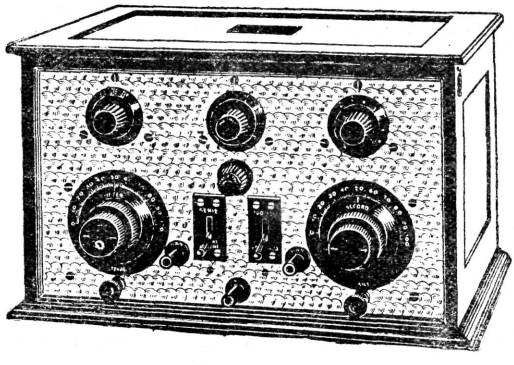
Non si sente nulla	Si riceve debolmente e con parassiti	Si riceve con interruzioni
Antenna.		
Il filo è rotto. L'antenna è a terra. Contatti insufficienti: Verificare i serrafili, se sono pulite le superfici di contatto, se i fili sono ossidati, se sono sporchi di olio, vernice, lacca, grasso ecc. Verificare se le saldature tengono e se sono ossidate.	Antenna non accordabile (troppo lunga, per esempio) Isolamento difettoso, isolatori umidi, ecc. Cattivi contatti.	Il filo di antenna è mosso dal vento e tocca qualche oggetto vicino. Cattivo contatto intermittente. Tesare bene l'antenna.
Terra.		
Il filo è rotto. La presa di terra è insufiente. Contatto ossidato o dissaldato.	Cattiva terra (troppo secca). Le dimensioni della piastra o la sezione del filo di terra sono insufficienti. Contatto imperfetto fra piastra e terra.	
Condensatore d'aereo.		
Il condensatore è in corto circuito (quando è inserito in parallelo con le self di accordo). Manca una connessione (quando il condensatore è in serie con le self di accordo).	Condensatore mal regolato. Cattiva qualità del dielettrico (se si tratta di un condensatore fisso).	Corto circuito fra le placche del condensatore in certe posizioni di regolazione. Cattivo contatto ai serrafili di attacco del condensatore.
Bobine di self dei vari circuiti oscillanti.		
Avvolgimento interrotto. Corto circuito fra le due spine di una bobina. Cattivo contatto ai morsetti od al cursore. Selfinduzione insufficiente. Regolazione sbagliata del cursore: Bobina mal calcolata.	Corto circuito locale fra alcune spire. Cattivo contatto ai morsetti. Limatura metallica fra alcune spire nude. Le perdite per capacità sono troppo forti (bobina mal fatta). Mancanza di isolamento fra le spire. Valori della self scelti male.	Cattivo contatto al cursore che ha del giuoco sull'asta di guida. Insufficiente chiusura di un interruttore. Chiusura incerta dei morsetti.
Condensatore secondario.		
Corto circuito fra le placche: Connessione dissaldata.	Errore di montaggio. Cattivo dielettrico.	Corto circuito fra le placche in certe posizioni. Contatto imperfetto ai serrafili.

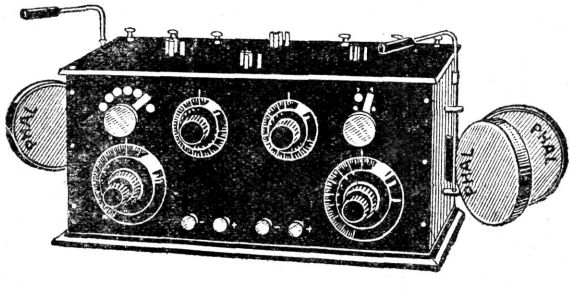
Non si sente nulla	Si riceve debolmente e con parassiti	Si riceve con interruzioni
Valvola detectrice. Filo interrotto o connessione dissaldata nel circuito della valvola, La batteria è inserita a rovescio. Il filamento della valvola tocca la griglia. Contatto insufficiente nelle spine di attacco della valvola. Corto circuito interno. La resistenza di griglia è interrotta o non inserita. Corto circuito nel condensatore di griglia.	Batteria scarica. I valori del condensatore e della resistenza di griglia sono scelti male. Cattivo contatto nell'attacco a spina della valvola.	Quando la ricezione è buona e poi si affievolisce gradatamente vuol dire che la batteria è scarica. Se la ricezione è buona solo per qualche secondo e poi cessa del tutto vi è da cercare un cattivo contatto nel circuito di griglia (resistenza, ecc.)
Detector a galena. Cristallo difettoso. Interruzione nel circuito del detector. La punta non tocca la galena. Corto circuito. La punta preme troppo sul cristallo.	Cristallo difettoso, la punta non preme abbastanza o preme troppo. La punta è rotta. Il cristallo non è pulito perchè lo si è toccato con le dita.	Pressione di contatto troppo debole. Il cristallo si muove nel suo supporto.
Valvole d'amplificazione. Valvole rotte - Connessioni interrotte. Batteria inserita a rovescio. Batteria scarica. Corto circuito interno di una valvola. Corto circuito al condensatore.	La resistenza ed il condensatore di collegamento non hanno il giusto valore. Le capacità parassite del circuito sono troppo elevate (fili troppo vicini o paralleli). Cattivi contatti al portavalvola.	Se l'intensità di ricezione diminuisce progressivamente vi è la batteria da caricare. Se l'accoppiamento della bobina di reazione non procura alcun aumento di ricezione vuol dire che essa è inserita a rovescio.
Trasformatori. Rottura dei fili. Corto circuito nel primario o nel secondario od ai morsetti delle bobine.	Cattivo contatto e isolamento insufficiente.	Cattivo contatto.
Cuffia. Rottura del filo. Corto circuito nel condensatore fisso inserito in derivazione sulla cuffia.	La membrana e la calamita son troppo vicine o troppo distanti. Membrana deformata. La calamita si è coperta di limatura. Cattivo isolamento dell'avvolgimento. L'avvolgimento non ha sufficiente resistenza, cioè non ha abbastanza spire. Calamita smagnetizzata.	Corto circuito momentaneo o rottura incompleta del filo.

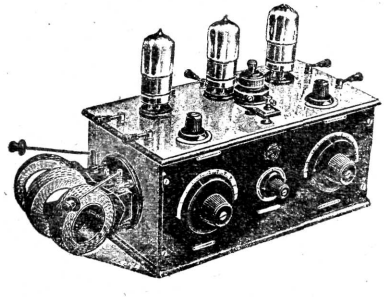












Alcune forme di apparecchi attualmente in uso e che possono servire di modello per la preparazione della cassetta.

CONSIGLI PRATICI

Prese di terra.

Come si è detto a suo tempo, i dilettanti non danno soverchia importanza alla presa di terra la quale è invece una delle parti essenziali dell'impianto. Con una cattiva terra si introduce in circuito una resistenza talvolta enorme e l'effetto che ne risulta è analogo a

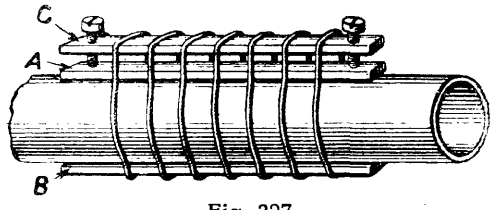


Fig. 327

quello ottenuto in un'automobile al quale si attacchi un tubo di scappamento troppo piccolo. I tubi dell'acqua sui quali si farà la presa vanno raschiati bene per eliminare la crosta superficiale di ossido. Un buon sistema di attacco è quello indicato in figura 327.

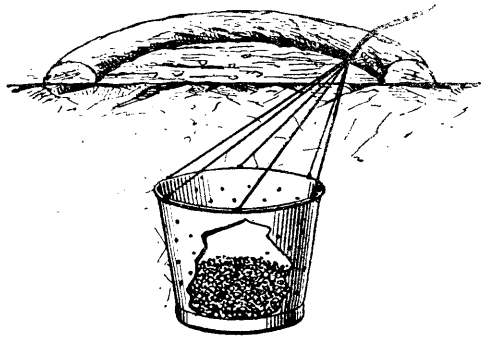


Fig. 328

Si posano sopra e sotto al tubo d'acqua due striscie di rame A e B e poi una terza striscia C pure di rame e avente due fori per il passaggio di viti. Si lega strettamente il tutto e si salda in C il filo di terra.

Avvitando poi le viti si stringe con forza la superficie di contatto.

Una buona presa di terra per esterni può essere la seguente (fig. 328), si prende un vecchio bogliuolo o secchio in ferro galvanizzato, o una pentola di rame, una latta da petrolio senza vernice, ecc. si buca sui fianchi e si empie di pezzi di coke che essendo igroscopico sarà sempre umido.

Il secchio viene unito con più fili al cavo di terra e interrato a circa 1 metro di profondità. La terra sarà rincalzata tutt'intorno in modo da formare come un cratere nel quale d'estate si verserà dell'acqua.

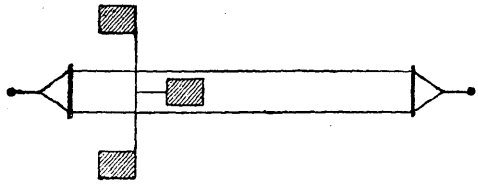


Fig. 329

Per i ricevitori a galena in cui la terra ha un'importanza ancora più grande si possono usare tre prese di terra disposte a triangolo collegate assieme; possibilmente le prese di terra si faranno sotto l'antenna (fig. 329).

Come si fanno le prese su una bobina.

I procedimenti buoni sono pochi: taluni cessano l'avvolgimento nel punto in cui va fatta la presa, saldano un filo nuovo e riprendono l'avvolgimento.

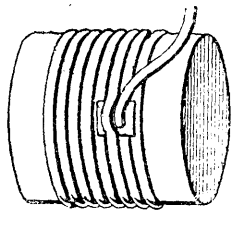


Fig. 330

Il seguente metodo permette invece di terminare completamente l'avvolgimento senza doversi preoccupare delle prese.

Quando la bobina è tutta avvolta e l'estremità del filo è fissata al supporto si determinano esattamente i punti in cui vanno fatte le

prese e poi con un grosso ago, con un ferro da calze o un uncinetto si solleva con precauzione il filo nel punto di presa e si introduce una lamina di mica di circa 1 cm.² (fig. 330). Si denuda l'isolante sulla parte sollevata e si avvicina il conduttore di presa al tratto spelato. Una goccia di stagno assicurerà un contatto sicuro e perfetto.

***

Uso dei condensatori variabili.

Il seguente artificio permette di usare condensatori senza verniero, quindi meno costosi e di regolarli a distanza senza che essi risentano la capacità della mano dell'operatore.

Basterà praticare un foro cieco nel pannello, proprio accanto all'orlo del quadrante graduato (fig. 331).

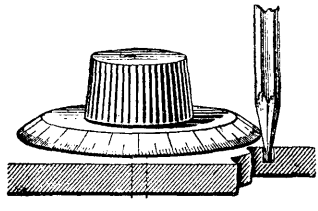


Fig. 331

Dopo di aver regolato il condensatore in modo approssimativo, si introduce nel foro la punta di un lapis in modo da appoggiare leggiermente sul quadrante.

Tenendo il lapis per l'altro estremo si ottengono spostamenti lievissimi del condensatore e la mano può rimanere distante.

Poichè il lapis ha l'anima di grafite converrà sostituirlo con una asticina di legno tagliata a punta e magari munita di una rondella di gomma la quale farà miglior presa sull'orlo del quadrante.

Verifica dei cursori e dei reostati.

I reostati e i cursori danno sovente delle noie perchè non fanno buon contatto in tutte le posizioni. Per assicurarsi del loro funzionamento si può fare la seguente prova.

Si unisce da una parte il cursore e dall'altra la bobina in serie con un paio di pile ed una lampadina o valvola adatta per questa tensione.

Se tutto va bene la lampadina deve rimanere accesa per tutte le posizioni che il cursore potrà prendere sulla bobina.

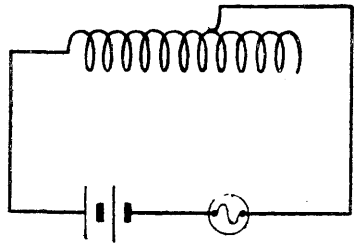


Fig. 332

Prima di fare la prova si raschieranno le superfici di contatto con un po' di tela smeriglio allo scopo di denudare bene le spire e di togliere ogni impurità fra di esse.

***

Per tesare bene l'antenna.

L'antenna deve sempre essere ben tesa per non oscillare sotto il vento, ma se si tende troppo si rischia di spezzarla, cosa che avviene sovente se essa è tesata fra un albero e una casa.

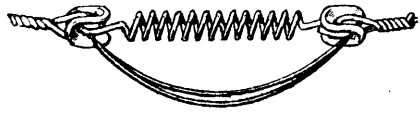


Fig. 333

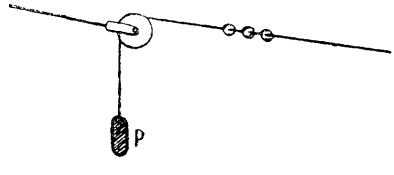


Fig. 334

Si rimedia a questo inconveniente in due modi: attaccando nella corda di ritenuta una molla a spirale sotto la quale si disporrà un'al-

tra fune per impedire che un vento forte possa causare un allungamento superiore al limite di elasticità della molla.

Un sistema più preciso consiste nell'usare un contrappeso P avente lo stesso scopo e montato in testa all'antenna.

Per non smagnetizzare le cuffie e gli altoparlanti.

Generalmente le cuffie e gli altoparlanti sono inseriti direttamente nel circuito di placca dell'ultima valvola (fig. 332) e così una corrente continua, talvolta intensa, percorre gli avvolgimenti della cuffia.

Bisogna sempre badare che questa corrente circoli negli avvolgimenti in modo tale da *rinforzare* l'azione delle calamite permanenti, altrimenti col tempo queste si trovano del tutto smagnetizzate.

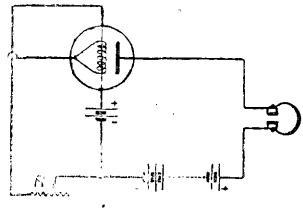


Fig. 335

Questo particolare è uno dei meno osservati dai dilettanti i quali attaccano indifferentemente la cuffia in un senso o nell'altro, cioè invertono l'introduzione della spina senza pensare alle conseguenze.

La corrente che circola nel circuito di placca si può decomporre

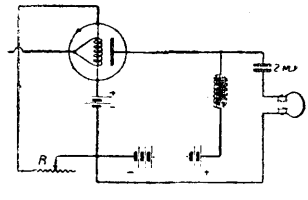


Fig. 336

in due parti: una corrente continua di valore costante ed una corrente alternata dovuta alla ricezione della parola o della musica. E' solo la corrente continua quella che può nuocere ai ricevitori poichè evidentemente la corrente alternata non li può smagnetizzare.

La disposizione della figura 336 indica un mezzo per separare le due correnti lasciando solo passare nella cuffia la parte alternata.

Una bobina di choc o di impedenza con molte spire è inserita fra la placca e il polo positivo della batteria a 80 volt. La bobina e la batteria portano poi in derivazione una capacità di 2 MF e la cuffia o l'altoparlante.

Mentre la bobina di impedenza non presenta che una resistenza debolissima alla corrente continua, essa per la sua selfinduzione equivale ad una grandissima resistenza in corrente alternata.

Perciò la corrente alternata è costretta a passare quasi completamente dalla branca che contiene la capacità e i ricevitori, poichè questi rappresentano per essa la via di minor resistenza.

Viceversa la corrente continua non può passare per la cuffia perchè la capacità di 2 MF rappresenta per essa una barriera insormontabile. Nel caso dell'altoparlante questa disposizione ha ancora un altro vantaggio, cioè migliora la purezza e la fedeltà dei suoni.

Infatti la resistenza presentata dalla bobina alle correnti oscillanti è tanto minore quanto più la loro frequenza è bassa. Per conseguenza le vibrazioni lente non passeranno totalmente nell'altoparlante, ma saranno in parte deviate verso la bobina.

Ciò indebolirà la riproduzione dei suoni bassi nell'altoparlante ma appunto per la esagerata sensibilità di questi apparecchi alle note basse, la riproduzione risulterà automaticamente equilibrata.

La bobina di impedenza si può fare con il secondario di un trasformatore a bassa frequenza o con qualunque altra bobina avente molte spire ed un nucleo di ferro.

* * *

Per riconoscere la polarità di una cuffia o di un altoparlante.

Abbiamo già detto del pericolo di smagnetizzare le calamite dei rivevitori attaccando la cuffia con polarità sbagliata.

Si tratta però di sapere qual'è la vera polarità della cuffia, e perciò si potrà fare il seguente esperimento:

Tenere in una morsa il ricevitore perfettamente orizzontale, togliere la membrana ed appoggiare sui poli dell'elettrocalamita una lamina di ferro A abbastanza pesante, in modo che vi sia equilibrio instabile fra il peso della lamina e l'attrazione dell'elettrocalamita.

Si disporrà la lamina in modo che basti il minimo urto per farla cadere. Quest'operazione si fa con il ricevitore inserito e con le valvole accese.

Poi si invertono gli attacchi del ricevitore e il senso sbagliato di inserzione si manifesterà immediatamente con la caduta della lamina.

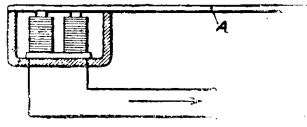


Fig. 337

Infatti nel primo caso calamita permanente ed elettrocalamita hanno azione coincidente, nel secondo caso l'elettrocalamita contrasterà all'azione del magnete permanente e l'attrazione totale sarà minore. Da ciò è facile identificare il giusto senso di attacco e segnarlo sulla spina.

* * *

Montaggio delle bobine di self.

Si è detto che in commercio si trovano delle bobine montate pronte all'uso ma se ne trovano anche di quelle semplicemente bobinate, cioè prive di spine, di protezione, di zoccolo, ecc. Queste ultime sono quelle che convengono di più al dilettante perchè costano circa la

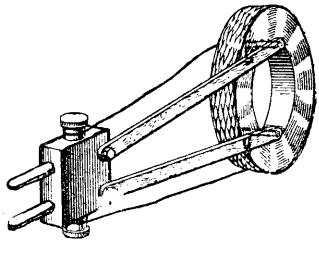


Fig. 338

metà delle altre. Però l'utilizzazione di queste bobine senza finizione, e soprattutto il loro ricambio è lungo e malagevole.

Il seguente artifizio permette invece di usarle comodamente su qualunque apparecchio previsto per il montaggio a spine.

Su un blocchetto di ebanite (fig. 338) o di fibra si fissano due bacchette di legno munite ciascuna di un gancio all'estremità. Il blocchetto avrà due spine collegate elettricamente con due morsetti. I capi della bobina si fissano a questi morsetti e le due bacchette si dispongono in modo da afferrare solidamente la bobina dall'interno. Le viti che tengono le bacchette dovranno essere abbastanza forti da poter mantenere la bobina in una posizione assolutamente ferma. Le bacchette saranno quadrate con sezione di almeno 10 × 10 mm. e su di esse si monteranno rigidamente i due ganci terminali pure di legno.

***

Incisioni sull'ebanite.

Terminato l'apparecchio è necessario scrivere sul pannello alcune indicazioni che ne facilitano l'uso. Così ad esempio è necessario scrivere le parole *Antenna* e *Terra* presso i rispettivi serrafili, *Cuffia, Primario, Secondario,* — 4 *volt* + 4 *volt,* — 80 *volt* + 80 *volt, Reazione, Potenziometro, Accensione,* ecc.

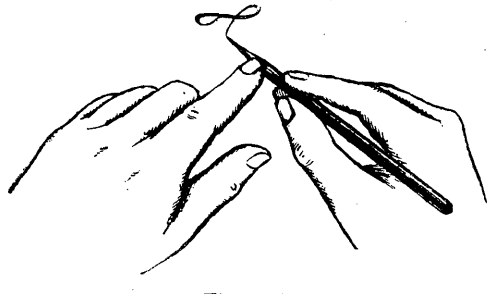


Fig. 339

In commercio si trovano già delle targhette scritte che basta applicare con viti, ma forse è più elegante e più pratico scrivere direttamente a mano sull'ebanite.

L'ebanite si incide facilmente, basta attenersi alle seguenti norme:

Si prepara una punta ad incidere partendo da una barra di acciaio lunga 10 cm. e di 5 mm. di diametro affilata in punta con una mola.

L'utensile non deve avere alcun manico e va tenuto solidamente in mano fra il pollice e l'indice, in una posizione quasi verticale

(leggiera pendenza verso il corpo e verso destra) con la mano ben ferma sul pannello.

Però è necessario tenere e guidare la base dell'utensile con l'estremità dell'indice della mano destra (fig. 339).

Tutto il segreto dell'operazione sta nel tenere correttamente le mani: la destra deve guidare nel tracciare le cifre, l'indice sinistro si usa *solo* per il tratto ascendente e spinge con forza; per il tratto discendente è invece la mano destra che imprime lo sforzo che l'indice sinistro deve limitare. Con un po' di pazienza e un po' di esercizio sul rovescio del pannello si otterranno ottimi risultati. Una volta fatte le solcature si riempiranno di colore bianco denso, pastello, ecc. soffregando poi con un cencio.

Ricordare che l'ebanite esposta al sole si decolora e prende un aspetto sgradevole, perciò chiudere sempre l'apparecchio in cassetta o coprirlo con un'apposita custodia di tela cerata.

Facile costruzione di un verniero.

Sulle onde corte si richiedono regolazioni assai precise dei condensatori, cosicchè è indispensabile usare il verniero.

E' però facile aggiungere un verniero ad un condensatore comune ad aria.

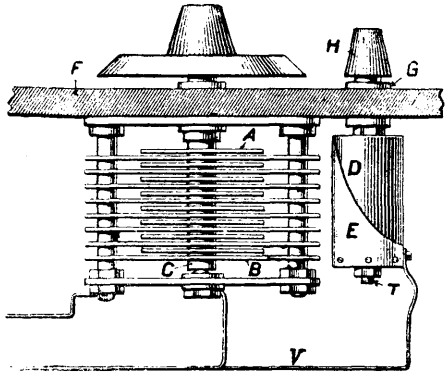


Fig. 340

Il verniero è costituito (fig. 340) da un cilindro D di legno o di fibra di 40 mm. di diametro. La lunghezza del cilindro sarà uguale all'altezza del condensatore. Sulla superficie del cilindro si fissa con

viti un piccolo foglio di rame E di 0,3 a 0,5 mm. di spessore. Il foglio ha la forma indicata in figura, cioè cresce da un'orlo all'altro allo scopo di aumentare la sensibilità di regolazione. Un'asta filettata T, di 4 mm. di diametro attraversa il cilindro serrandolo fra due dadi. Poi si praticherà un foro di 4 millimetri nel pannello, di fianco al condensatore. L'asta T H si introduce in questo foro ed allora la superficie del cilindo deve trovarsi a circa 1 mm. dagli orli esterni delle placche fisse del condensatore D. I controdadi e le rondelle permettono la rotazione regolare del cilindro per mezzo del pomello rigato H. Poi si unirà con un filo pieghevole V il verniero E alle placche mobili A del condensatore.

Si comprenderà facilmente come in questo modo si sia creata una capacità piccolissima fra il foglio di rame e le placche fisse del condensatore: la capacità sarà minima quando la superficie scoperta del cilindro sarà orientata verso di esse. Poichè questa capacità è in parallelo con quella del condensatore essa viene a sommarsi a quest'ultima e così con la rotazione del cilindro avremo modo di ottenere le piccolissime variazioni di capacità che si richiedono per le onde corte.

Otturazione dei fori nei pannelli di ebanite.

I dilettanti che hanno provato diversi circuiti sullo stesso pannello si trovano ad avere l'ebanite traforata in più punti con fori ormai inservibili. Per ridare l'aspetto unito alla lastra si procede così: si fa fondere della ceralacca nera e si otturano con essa gli orifizi inutili, poi si passa la tela smeriglio fina per eguagliare la superficie, infine si lava con petrolio e si lucida con un panno di lana.

***

Tasse.

In Italia la radiodiffusione è fatta da una società autorizzata, l'Unione Radiofonica Italiana, con sede in Roma, la quale per rivalersi delle spese faceva pagare ai dilettanti una somma variabile secondo il tipo di apparecchio. Ora la legge è stata modificata nel senso che questa somma è pagata in parte dal dilettante e in parte con una tassa che colpisce il materiale usato per la costruzione, cioè dai fabbricanti.

E' obbligatoria la denuncia dell'apparecchio e il pagamento della tassa che si può fare presso i rivenditori di articoli radio o chiedendo apposito modulo distribuito gratuitamente in tutti gli uffici postali del Regno. La U. R. I. ha attualmente in servizio le due trasmettenti di Roma e Milano ed ha l'impegno di mettere presto in servizio altre stazioni.

I condensatori quadratici.

Sono indubbiamente i migliori, per le ragioni esposte a pagina 137, e tendono ora ad essere esclusivamente impiegati. La figura 341 ne mostra un recentissimo modello.

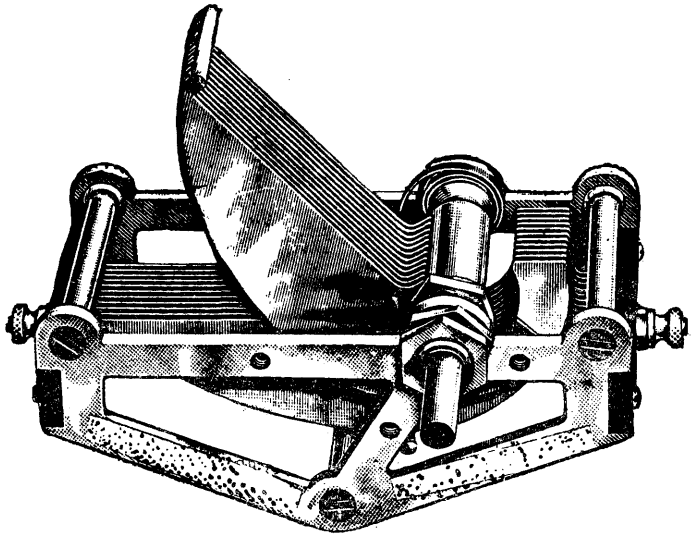


Fig. 341

Diritto di piazzare l'antenna.

Il dilettante non ha il diritto di piazzare un'antenna sulla casa senza prima averne avuta autorizzazione dal proprietario. Il proprietario ha però il dovere, almeno morale, di concedere quest'autorizzazione. Non vi è dubbio però che interverranno presto provvidenze legislative in proposito.

Anche nei primi tempi della telefonia i proprietari rifiutavano il permesso all' inquilino di chiedere l' impianto telefonico, col pretesto

che i fili deturpavano l'architettura della casa, ma poi venne la legge che concede oggi a chiunque il telefono anche senza il beneplacito del padrone di casa. Anche per la radio si dovrà venire ad un simile provvedimento, ma per ora è necessario mettersi d'accordo col proprietario dell'immobile.

***

CONSIGLI SULL'USO DELLE VALVOLE.

Vi sono in commercio valvole termoioniche che lavorano con vuoto spinto, cosidette valvole « dure », ed in esse viene utilizzata solo l'emissione elettronica del filamento, e valvole con atmosfera di gas a bassa pressione, valvole « molli » che utilizzano anche la « ionizzazione » prodotta dagli urti tra elettroni e molecole gassose. Questa « ionizzazione » aumenta la conduttività del tubo che può così lavorare con tensione anodica minore.

Le lampade « miniwatt » sono quelle fabbricate con filamento speciale che può funzionare a bassa temperatura. La tensione e la corrente di accensione sono generalmente più basse così che il consumo in watt risulta minore.

Ecco le intensità assorbite dalle valvole Philips per radio:

Tipo	D.	Filamento di tungsteno	per	0.5 amp.
"	E.	" " "	"	0.7 "
"	B.	Lampada miniwatt	"	0.10/0.15 amp.
"	A.	" "	"	0.06 amp.
"	C.	" "	"	0.25 " 5 volt

Corrente di riposo.

La corrente anodica, per tensione di griglia uguale a zero, prende il nome di corrente di riposo. Essa è l'indice dell'energia della valvola cioè della potenza dei segnali che la valvola può amplificare.

La corrente di riposo delle valvole ora accennate è:

D1	(tensione di placca	25 volt)	. . .	2 mA
D2	" "	100 "	. . .	2 "
E	" "	200 "	. . .	6 "
B2	" "	100 "	. . .	2 "
A410	" "	100 "	. . .	2,5
A110	" "	100 "	. . .	3
A406	" "	100 "	. . .	5
A106	" "	100 "	. . .	6
B406	" "	120 "	. . .	12
C507	" "	120 "	. . .	10

Difetti delle valvole.

— Si dice che la lampada è «bloccata» quando, con l'uso di un condensatore di griglia, le cariche negative della griglia provocate da una ricezione di segnali troppo forti, sono tanto intense da strozzare e ridurre a zero la corrente anodica.

Si evita tale inconveniente riducendo la resistenza del circuito di griglia.

— Si dice che le lampade in B.F. «fischiano» quando emettono dei suoni acuti ad ogni manovra degli organi di accoppiamento. Ciò dipende dal fatto che l'accoppiamento di reazione (induttivo o capacitivo) genera delle oscillazioni locali.

Anche una sola lampada detectrice può fischiare quando l'accoppiamento di reazione è troppo forte; questo fischio dipende da uno strozzamento periodico della corrente anodica.

— La lampada produce deformazione dei suoni quando è «sovraccaricata». Si dice che la valvola è sovraccaricata quando i segnali in arrivo sono troppo forti e la valvola, lavorando senza condensatore di griglia, viene soggetta a tensioni alternative di griglia più ampie della più forte variazione corrispondente della corrente anodica.

Uso dell'ondametro.

L'ondametro è un apparecchio abbastanza utile per coloro che intendono studiare seriamente i valori in giuoco: esso permette la taratura di una self, di un condensatore, l'accordo su una data lunghezza d'onda e specialmente l'identificazione di una trasmettente. Come dice il suo nome, esso serve particolarmente per la misura delle lunghezze d'onda ed è basato sul principio della risonanza.

In commercio si trovano dei buoni ondametri a prezzi variabili dalle duecento alle trecento lire.

L'ondametro detto ad emissione è il più usato e non è altro che una minuscola stazione trasmettente a scintilla. La lunghezza d'onda da esso emessa varia naturalmente a seconda della sua capacità e della sua selfinduzione. Usando una serie di bobine tarate esattamente si varierà solo la capacità e per i diversi valori della capacità, letti sul quadrante del condensatore, potremo rintracciare in una curva l'esatta lunghezza d'onda sulla quale trasmette l'ondametro.

Il circuito oscillante di un ondametro è eccitato da un *cicalino*, che non è altro che un vibratore azionato da una pila.

Il cicalino ha la sola funzione di aprire e chiudere rapidamente il circuito della corrente della pila che passa attraverso alla self del circuito oscillante. Si avrà così ad ogni apertura un treno di oscillazioni ad alta frequenza nel circuito oscillante dell'ondametro.

Se le interruzioni di corrente avvengono con una frequenza musicale avremo tanti treni di oscillazioni ad alta frequenza che potremo udire come un suono in un apparecchio ricevente vicino. L'altezza del

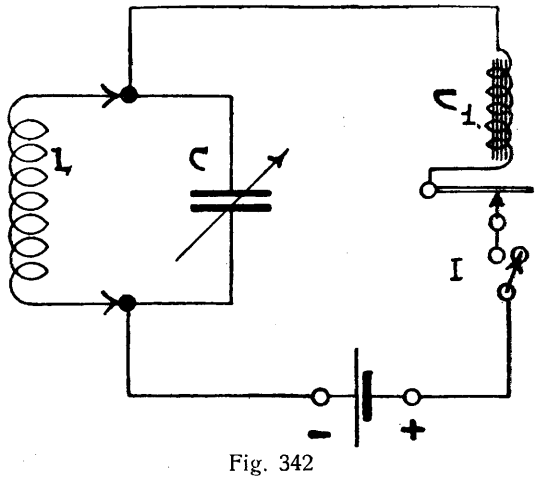


Fig. 342

suono, cioè la frequenza musicale è determinata dal cicalino, mentre la lunghezza d'onda emessa è determinata dai valori del circuito oscillante. La figura 342 mostra lo schema di un ondametro.

L'uso è il seguente: per esempio vogliamo sapere qual'è la stazione che attualmente stiamo ricevendo. Ci avviciniamo con l'ondametro al nostro apparecchio e mettiamo in vibrazione il cicalino, poi si cambiano successivamente le due o tre self dell'ondametro e per ciascuna di esse faremo fare un giro completo al condensatore dell'ondametro. In questo modo l'ondametro emette successivamente su tutte le lunghezze d'onda. Verrà un momento in cui l'ondametro emetterà sulla stessa lunghezza d'onda sulla quale stiamo ricevendo ed allora si udirà nella cuffia la nota musicale acutissima dell'ondametro. Prenderemo allora nota del valore della bobina inserita nell'ondametro e del valore indicato dal quadrante del condensatore e consultando un grafico che viene venduto con l'ondametro leggeremo immediatamente la lunghezza d'onda cercata. Conosciuta la lunghezza d'onda è facile trovare il nome della stazione.

ELENCO DELLE STAZIONI EUROPEE
(IN ORDINE DI LUNGHEZZA D'ONDA)

STAZIONE	Lunghezza d'onda	NAZIONE	Nominativo	Potenza in w.
Esckilstuna	243	Svezia	—	—
Gleivitz	251	Germania . . .	—	—
Elberfeld	259	Germania . . .	—	—
Norrköping	260	Svezia	—	—
Bruxelles	262	Belgio	S. B. R.	1.500
Joenkoeping . . .	265	Svezia	S.M.Z.D.	—
Malmöe	271	Svezia	S. A.S.C.	—
Cassel	275	Germania . . .	—	1.500
Brema	279	Germania . . .	—	1.500
Lione	280	Francia	—	500
Dortmund	283	Germania . . .	—	—
Gotemborg	290	Svezia	—	—
Dresda.	294	Germania . . .	—	1.500
Hannover	296	Germania . . .	—	1.500
Scheffield	301	Inghilterra . . .	6. F. L.	1.500
Berna	302	Svizzera . . .	H. B. 1	—
Stoke on Trent . . .	306	Inghilterra . . .	6 S. T.	1.500
Liverpool	315	Inghilterra . . .	6 L. V.	—
Agen	318	Francia	—	250
Innsbruck	320	Austria	—	—
Milano.	320	Italia	—	—
Gävle	325	Svezia	—	—
Barcellona	325	Spagna	E. A. J. 1	600
Nottingham. . . .	326	Inghilterra . . .	5 N. G.	—
Edimburgo	328	Inghilterra . . .	2 H. E.	—
Dundee	331	Inghilterra . . .	2 D. E.	1.500
Hall	338	Iughilterra . . .	6 K. H.	1.500
Plymouth	338	Inghilterra . . .	5 P. Y.	—

STAZIONE	Lunghezza d'onda	NAZIONE	Nominativo	Potenza in w.
Norimberga	340	Germania	—	—
Kopenaghen	340	Danimarca	—	—
S. Sebastiano	343	Spagna	—	—
Petit Parisien	345	Francia	—	500
Trollhättan	345	Svezia	—	—
Leeds Bradford	346	Inghilterra	2 L. S.	—
Siviglia	350	Spagna	E.A.J. 5.	—
Cardiff	353	Inghilterra	5. W. A.	—
Karlstadt	355	Svezia	—	—
Cadice	360	Spagna	E.A.J. 3	—
Valenza	360	Spagna	E.A.J. 24	—
Londra	365	Inghilterra	2 L. O.	1.500
Mont de Massen	366	Francia	—	—
Mosca	368	Russia	—	—
Falum	370	Svezia	S.M.Z.K.	—
Helsingsfors	370	Finlandia	—	—
Madrid (Union Radio)	373	Spagna	E.A.I. 7	—
Lisbona	375	Portogallo	—	—
Manchester	378	Inghilterra	2 Z. Y.	—
Oslo (Cristiania)	382	Norvegia	—	—
Varsavia	385	Polonia	P. T. R.	—
Bournemouth	385	Inghilterra	6 B. M.	1.500
Dublino	390	Irlanda	2 R. N.	—
Madrid (Radio Iberica)	392	Spagna	E.A.J. 6	3.000
Amburgo	395	Germania	H. A. 5	1.500
Amsterdam	395	Olanda	L. P.	1.500
Newcastle	400	Inghilterra	5 N. O.	1.500
Gratz	404	Austria	—	500
Munster	410	Germania	—	—
Bilbao (Radio Biscaya)	415	—	E.A.J. 8	—
Breslavia	418	Germania	—	1.500
Glasgow	420	Inghilterra	5 S. C.	1.500

STAZIONE	Lunghezza d'onda	NAZIONE	Nominativo	Potenza in w.
Roma	425	Italia	1 R. O.	1.500
Stoccolma	426	Svezia	S.A.S.A.	—
Belfast	435	Inghilterra . . .	2 B. E.	1.500
Tolosa	441	Francia	—	2.000
Stoccarda	443	Germania . . .	—	1.500
Aalborg	450	Svezia	—	—
Mosca (Trade Union) . .	450	Russia	—	—
Lipsia	452	Germania . . .	—	1.500
Parigi PP. TT. . . .	458	Francia	P. T. T.	450
Radio Catalana . . .	460	Spagna	E.A.J. 13	1.500
Könisberg	463	Germania . . .	—	1.500
Linköping	467	Svezia	—	—
Francoforte	470	Germania . . .	—	1.500
Nizza	470	Francia	—	—
Lione	470	Francia	—	—
Birmingham . . .	479	Inghilterra . . .	5 I. T.	—
Swansea	482	Inghilterra . . .	5 S. X.	—
Monaco	485	Germania . . .	—	1.000
Aberdeen	495	Inghilterra . . .	2 B. D.	—
Berlino (Vox Haus) . .	505	Germania . . .	B.	4.500
Zurigo (Radio Club) . .	515	Svizzera	—	1.500
Brünn	521	Austria	—	2.400
Vienna (Rosenhugel) . .	531	Austria	R. H.	1.400
Sundswall	545	Svezia	S.A.S.D.	—
Praga (Khely . . .	546	Cecoslovacchia . .	P. R. K.	—
Praga (Radio giornale) .	550	Germania . . .	—	—
Aalsund	550	Svezia	—	—
Lione	550	Francia	—	—
Strasnice (Praga). . .	555	Cecoslovacchia . .	—	—
Budapest (R. C.). . .	565	Ungheria . . .	—	—
Berlino (Magdeburger Platz)	576	Germania . . .	—	—
Vienna (Stubenring) . .	582	Austria	—	—

STAZIONE	Lunghezza d'onda	NAZIONE	Nominativo	Potenza in w.
Zurigo	650	Svizzera	—	—
Brüm	750	—	O. K. B.	—
Losanna	850	Svizzera	H. B. 2	600
Digione	900	Francia	F. N. D.	—
Leningrado	940	Russia	H. B.	1.000
Budapest	950	Ungheria . . .	P. A. S.	—
Amsterdam	1.050	Olanda	—	—
Haag	1.050	Svezia	P. GGG.	400
Hilversum	1.050	Belgio	H. B. 1	15.000
Ginevra	1.100	Svizzera . . .	H. B. K.	—
Kloten	1.100	Belgio	B. A. V.	—
Haeren (Bruxelles) . .	1.100	Belgio	—	—
Nijny Nowgorod . .	1.100	Russia	N. S. T.	2.000
Kowno.	1.120	Lituania . . .	—	—
Ryvang	1.160	Danimarca . . .	—	—
Cartagena	1.200	Spagna	E. B. X.	—
Koenigswurterhausen . .	1.300	Germania . . .	L. P.	—
Baden	1.350	Svizzera	S.A.S.E.	—
Strasburgo	1.400	Germania . . .	F. N. S.	—
Mosca (Centrale). . .	1.450	Russia	R. D. W.	—
Linköping	1.467	Svezia	—	—
Daventry	1.600	Inghilterra . . .	5 X. X.	25.000
Riga	1.600	Russia	—	—
Belgrado	1.650	Serbia	H. F. F.	5.000
Radio-Paris	1.750	Francia	—	1.500
Brno (Radio giornale) .	1.800	Cecoslovacchia . .	—	—
Issy le Moulineaux . .	1.800	Francia	GA-QGA	—
Komarow	1.800	Cecoslovacchia . .	O. K. B.	—
Montesanto	1.900	Portogallo . . .	C. T. V.	—
Torre Eiffel. . . .	2.200	Francia	—	5.000
Lynghy	2.400	Danimarca . . .	D. X. E.	—
Torre Eiffel. . . .	2.650	Francia	F. L.	5.000

INDICE

	Pag.
Prefazione	3
Le onde hertziane	5
La lunghezza d'onda	7
L'etere e diverse radiazioni	9
Come si propagano le radio-onde	15
L'induzione	16
La selfinduzione	19
L'effetto di pelle	21
La capacità	22
Il circuito oscillante	25
La risonanza	30
La selettività	35
La radiotelegrafia	37
Generazione e propagazione delle radio-onde	39
Il fading	51
Onde corte e onde lunghe	53
L'antenna	55
La presa di terra	63
Il quadro	66
Radiogoniometria	68
Teoria elementare della radiotelefonia	74
L'atomo e gli elettroni	74
La corrente elettrica	76
La valvola di Fleming	77
La valvola a tre elettrodi	82
Curve caratteristiche	88
La valvola come amplificatrice	90
La valvola come rettificatrice	92
La valvola come generatrice	96
Come avviene una trasmissione radiofonica	
I suoni e la voce	99
Il telefono	100
Principio dell'emissione radiofonica	101
Una moderna stazione di radio diffusione	103
La produzione dell'onda portante	104
La modulazione	106
Teoria e costruzione della bobina di self	110
A che cosa serve la bobina di self	110
L'eliminazione della capacità	113
Bobine a strati sovrapposti, separati, a fondo di paniere, a nido d'api, duolateral, iperboloide, fianco di paniere, ecc.	115
Macchinette per bobinare	126
Teoria e costruzione del condensatore	130
Condensatori fissi	133
Condensatori multipli	134
Condensatori variabili	134

Pag.

Condensatori compound . . 136
Condensatori quadratici . . 137

Costruzione degli accessori

Il variometro e il variocupler . 138
Le resistenze fisse e variabili . 143
I trasformatori a bassa frequenza 145
I trasformatori ad alta frequenza 149
Reostati e potenziometri . . 153

Costruzione dei ricevitori a galena 160

Il broadcasting 159
La galena 160
Costruzione di un ricevitore completo 165
I diversi tipi di circuiti a galena 169
Schemi di ricevitori a galena . 171

Costruzione degli apparecchi a zincite

L'arco cantante e le resistenze negative 184
Ricevitori e generatori a zincite 188
Il fenomeno dei battimenti . 192

Teoria e costruzione degli apparecchi a valvole . . 195

L'amplificazione e la reazione . 195
Amplificazione su resistenza . 197
Amplificazione su trasformatore 198
La reazione 199
Reazione elettromagnetica e reazione di capacità . . . 202
La super-reazione . . 203-243
Consigli sulla costruzione e disposizione degli apparecchi . 204
Schemi di apparecchi a valvole 208
Apparecchi ad una valvola . 208
Apparecchi a due valvole . . 213

Pag.

Apparecchi a tre valvole . 218
Il circuito Reinartz . . . 220
Il circuito Reflex . . . 224
Il circuito Neutrodina . . 251
Il circuito super-eterodina . . 256
Apparecchi a 4 valvole . . 228
Apparecchi a 5 valvole . . 256
Il circuito Flevelling a super-reazione 258
Un circuito trasmettente per dilettanti 259
Circuiti misti a galena e valvole 261
Amplificatori di potenza . . 262

Cuffie, diffusori e altoparlanti

Teoria elementare . . . 229
Cuffie 230
Diffusori 233
Altoparlanti 235
Costruzione dei diffusori . . 240
Inserzione delle cuffie . . 242

Eliminazione dei disturbi e dei rumori parassiti . . . 264

Il filtro 265
La presa di terra supplementare 267
Altre cause di cattiva ricezione 268

Costruzione dei quadri . . 271

Quadri di fortuna . . . 273
Antenne speciali . . . 274

Pile ed accumulatori . . 275

La batteria anodica . . . 276
La batteria d'accensione . . 278
I raddrizzatori di corrente alternata. 282
Alimentazione su corrente industriale 287

Pag.

Ricerca delle cause di cattivo funzionamento . . . 290

Consigli pratici. . . . 295

Prese di terra 295

Come si fanno le prese su una bobina 296

Uso dei condensatori variabili . 297

Verifica dei cursori e dei reostati 297

Per tesare le antenne . . 298

Per non smagnetizzare i ricevitori 299

Per riconoscere la polarità di una cuffia 300

Montaggio delle self . . . 301

Incisioni sull'ebanite . . . 302

Costruzione di un verniero . 303

Pag.

Otturazione dei fori nei pannelli 304

Tasse 304

I condensatori quadratici . . 305

Diritto di piazzare l'antenna . 305

Consigli sull'uso delle valvole . 306

Uso dell'ondametro . . . 307

Tabelle

Alfabeto Morse per la trasmissione 190

I simboli più usati per gli schemi di T. S. F. 257

Tabella per la ricerca dei guasti 292

Elenco delle trasmettenti d'Europa 309

— Pubblicazioni della Ditta G. LAVAGNOLO —

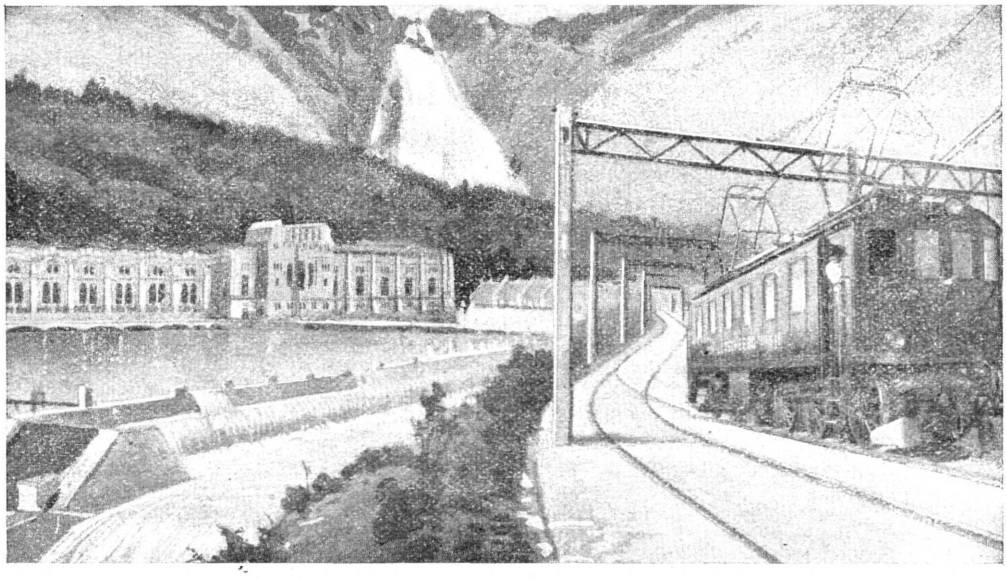
IL GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI

Periodico mensile illustrato per Industriali, Operai e studiosi di Elettrotecnica

Il GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI iniziò la sua pubblicazione sin dal 1904 sotto il nome di ELETTRICITA' POPOLARE e non v'ha, si può dire, elettricista che non lo conosca e conoscendolo non l'apprezzi.

Lo studio dell'elettrotecnica oltre ad essere divertente ed istruttivo, è ormai necessario a tutti perchè l'elettricità, questo misterioso agente, che si presta alle più svariate applicazioni lo ritroviamo un po' dappertutto; nell'ambiente domestico, per le strade, come nello stabilimento industriale; esso soddisfa si può dire a tutti i nostri bisogni, e ad ogni giorno che passa rileviamo un progresso, un perfezionamento nuovo, una applicazione impensata.

Il *Giornale degli Elettricisti* tiene i suoi lettori informati di tutto ciò che riveste interesse nel campo dell'elettricità e pubblica articoli diversi ed utili, redatti in forma da essere anche accessibile a chi non è profondo nel ramo, ed articoli teorici da cui il profano può iniziarsi alla interessante e modernissima scienza. In ogni numero insegna poi a costruire in piccolo, alla portata di tutti, macchine ed apparecchi ad uso dei Dilettanti. Fra le applicazioni nuove non si può ignorare la *Radiotelefonia* che la nostra rivista tratta con grande ampiezza. Il Giornale viene così ad essere una scuola di elettricità aperta a tutti.



La ricchezza di articoli originali, la freschezza delle informazioni, l'abbondanza delle figure sono le doti di questa rivista, senza contare che i Redattori sono specializzati nello spiegare chiaramente e con esattezza quelle nozioni e quei calcoli che altrove troviamo enunciati con sfoggio di formule complicate che interessano, e non sempre, solo qualche ingegnere specialista.

Il continuo aumento del numero degli Abbonati e Lettori ci conforta nel nostro lavoro e sta a dimostrare che in Italia si studia sul serio. L'Elettricista, anche se bravissimo tecnico, non può chiudersi nel suo bozzolo ed ignorare i progressi e le nuove applicazioni della sua scienza. Chi si ferma torna indietro, il progresso è così rapido che basta abbandonare gli studi per qualche anno per trovarsi poi spostati e disorientati. La rivista, più agile ed attraente che un libro, è la pubblicazione più indicata per chi vuol migliorare la propria coltura.

IL GIORNALE DEGLI ELETTRICISTI esce con mai meno di 32 pagine di testo illustrate.

Abbonamento annuo L. 15 — Estero L. 20 — Un numero di saggio L. 1,50

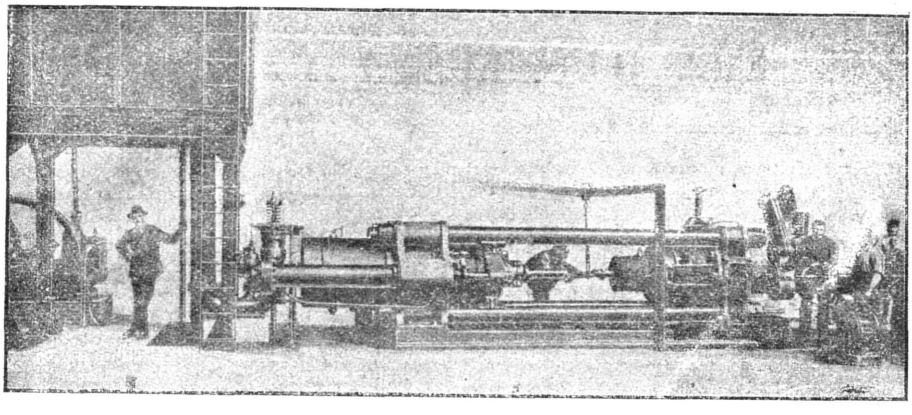
— Pubblicazioni della Ditta G. LAVAGNOLO —

IL GIORNALE DEI MECCANICI

Periodico mensile illustrato per Industriali, Operai e studiosi di Meccanica

Sorto nel 1905 sotto il nome di L'OPERAIO MECCANICO ha saputo conquistarsi una numerosa schiera di lettori, Industriali e Operai, che non solo seguono con simpatia lo sviluppo che va prendendo questo utile periodico, ma non cessano di dimostrarlo con lodi e incoraggiamenti.

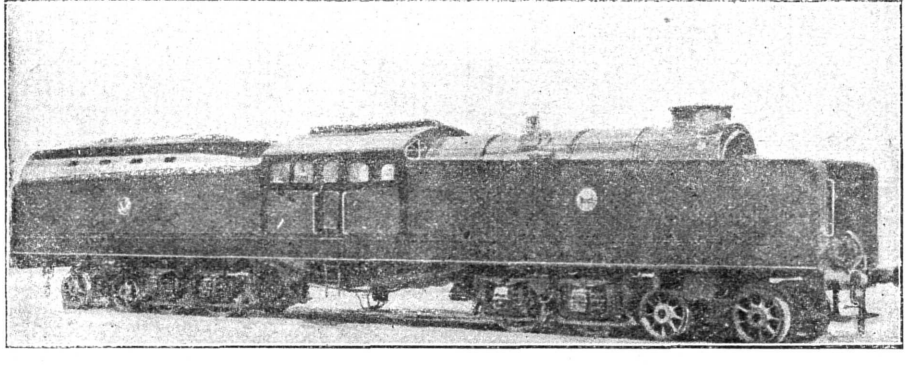
Questo periodico, pur essendo redatto in forma piana e popolare e contenendo notizie e cognizioni di carattere generale, è un ricca fonte di informazioni dalle quali il lettore può attingere largamente e facilmente molte cognizioni e mettersi al corrente, senza fatica, di quanto si va facendo di nuovo nel campo della meccanica.



Leggere il *Giornale dei Meccanici* significa tenersi al corrente di tutti i progressi della meccanica ed approfittare dell'esperienza degli altri. — Il Giornale abbondantemente illustrato, guadagna giornalmente le simpatie di tutti con le sue rubriche varie e fresche e con la ricchezza di note pratiche d'officina e di ricette utili e pratiche.

Il GIORNALE DEI MECCANICI esce, non mai meno di 32 pagine di testo illustrate, il 1° di ogni mese.

Abbonamento annuo L. 15 — Estero L. 20 — Un numero di saggio L. 1,50



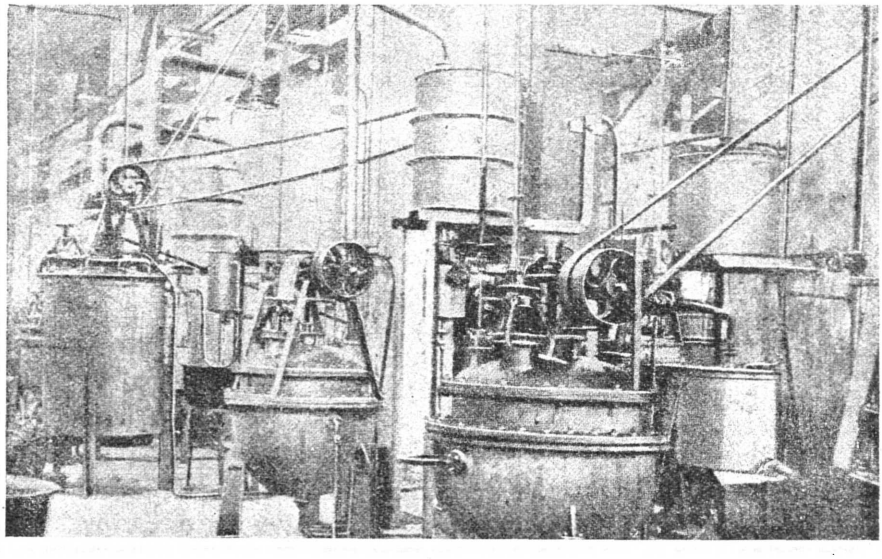
— Pubblicazioni della Ditta G. LAVAGNOLO —

IL GIORNALE DEI CHIMICI

Periodico mensile di Chimica e delle sue applicazioni industriali

Edito dal 1907 sotto il nome di LA CHIMICA NELL'INDUSTRIA ha saputo fin da principio affermarsi solidamente, accolto con grande favore dal pubblico studioso.

I vari rami della chimica applicata: metallurgica, elettrochimica, chimica analitica, tintorica, ecc., vengono trattati con articoli facili e chiari. Ogni numero contiene sempre quattro o cinque articoli redatti da chimici pratici o da valenti professori, una rubrica bibliografica, la ricca Rivista delle Riviste, ove si riassumono le novità pubblicate dai Giornali esteri e dai brevetti d'ogni paese, un copioso notiziario, ecc., e come appendice un " Ricettario dell'Industriale Chimico ".



Il Giornale dei Chimici è quindi non solo la Rivista indispensabile al chimico che vuole seguire i perfezionamenti apportati ogni giorno all'industria chimica; ma costituisce inoltre una periodica raccolta istruttiva per tutti coloro che desiderano allargare la cerchia delle proprie cognizioni.

IL GIORNALE DEI CHIMICI esce, non mai meno di 32 pagine di testo illustrate, il 1° di ogni mese.

Abbonamento annuo L. 15 — Estero L. 20 — Un numero di saggio L. 1,50

ABBONAMENTI CUMULATIVI:

Abbonamento annuo a due Giornali a scelta . . . . . L. **27** — Estero L. **35** —
Abbonamento annuo a tutti e tre i Giornali, sole . . . . L. **37,50** Estero L. **49,50**

e si ha così a propria disposizione una enciclopedia tecnica d'attualità alla portata di tutti.

La decorrenza dell'abbonamento può avvenire da qualsiasi mese. Quando non viene indicato si intende dal Gennaio.

Pubblicazioni della Ditta G. Lavagnolo

LIBRI (Edizione posteriore al 1922).

Ing. T. Ambrosini. — **IL LIBRO D'ORO DEL CAPO OFFICINA.** - Segreti d'officina. - Utensili ed attrezzi utili. - Sistemi economici di lavorazione: al banco ed alle macchine. - 301 figure - L. 7.

L. Bonacossa. — **Tecnologia del ferro. METALLURGIA. - FONDERIA. - FUCINATURA. - MACCHINE UTENSILI.** - 272 grandi pagine - 250 figure. - L. 15.

L. Bonacossa. — **IL ROCCHETTO DI RUHMKORFF.** - (Teoria, Pratica e Costruzioni). - II Ediz. - 112 fig. - L. 7.

L. Bonacossa. — **GLI ACCUMULATORI ELETTRICI.** - Tipi. - Impianti. - Calcoli. - Applicazioni. - 115 fig., 13 tabelle - L. 7.

B. Brida. — **L'EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO DELL'AUTOMOBILE.** - Manuale teorico-pratico con 126 fig. - L. 10.

A. Cantagalli. — **Nozioni teorico-pratiche per i CONDUTTORI DI CALDAIE E MACCHINE A VAPORE.** - III edizione - 118 figure - L. 8.

Ing. G. Chierchia. — **GLI APPARECCHI ELETTRICI DI RISCALDAMENTO.** - (Come si calcolano - Come si costruiscono). - IV Ediz. ampliata. - 150 fig. - 23 esempi di calcolo. - L. 7.

Ing. G. Chierchia. — **IL MEMORANDUM DEL MECCANICO.** - Raccolta di formule e tabelle corredate da numerosi esempi pratici. - III Edizione - Formato da portafoglio (cm. 8 ½ × 12). - 70 fig.,, L. 5

Ing. G. Chierchia. **COME S'IMPIANTA UNA PICCOLA OFFICINA MECCANICA.** - II Ediz. ampliata - 108 fig. - L. 6.

Ing. G. Chierchia. — **LE MACCHINE ELETTRICHE A CORRENTE ALTERNATA.** - (Come si governano, come funzionano, come si manovrano). - II Ediz. - 111 figure - L. 7.

Ing. E. Cianetti. — **I DIFETTI DELLE MACCHINE E DEGLI APPARECCHI ELETTRICI.** - Guida per la ricerca dei guasti. - III Edizione. - 15 figure - L. 5.

Ing. Prof. G. Cicogna. — **Elementi di PROIETTIVA E PROSPETTIVA.** - 105 figure - L. 7.

Ing. C. Fontana. — **MACCHINE A GAS ACIDO CARBONICO agente in circuito chiuso.** - II Edizione - 8 tavole L. 4.

O. Franchetti. — **IL GIOVANE ELETTRICISTA.** - Guida per costruire piccole macchine da Dilettanti. - 145 fig. - L. 8.

T. Guarnieri. — **RADIO TELEFONIA e TELEGRAFIA SENZA FILI.** - Funzionamento - Calcolo e Costruzione per Dilettanti di Apparati Radio Riceventi e Trasmettenti. - II Ediz. - 142 fig. - L. 7.

Ing. T. Jervis. — **IL MAESTRO CALCOLATORE.** - Nozioni ed esercizi elementari di resistenza dei materiali e calcolo di parti di costruzioni e di macchine - 46 figure - 60 esempi di calcolo. - L. 7.

Ing. T. Jervis. — **LA MACCHINA AD INDUZIONE A CAMPO ROTANTE.** - 43 figure - L. 6.

Ing. T. Jervis. — **I FERRI DEL MESTIERE.** - Procedimenti, mezzi e strumenti di calcolo, necessari al Meccanico e all'Elettricista. - III Edizione ampliata - 46 figure - L. 7.

Emilio Lavagnolo. — **COME SI DIVENTA DISEGNATORI. - Corso completo di Disegno Industriale:** Schizzo quotato - Disegno di Macchine - Schemi Elettrici - Disegno Costruzioni Metalliche - Tracciatura - Prospettiva - Riproduzione Disegni, ecc. - II Edizione - 400 grandi pagine - 881 figure - 40 tavole - L. 18.

Emilio Lavagnolo. — **TUTTI GLI SCHEMI PER IMPIANTI DI SUONERIE ELETTRICHE E QUADRI INDICATORI.** - Spiegati elementarmente per essere compresi ed eseguiti da tutti. - 181 figure - 75 schemi pratici d'impianto. - L. 6.

Luigi Lavagnolo. — **GLI AEROMOTORI.** - (Come si utilizza la forza del vento). - III Edizione ampliata - 88 fig. - L. 7.

(Segue a pagina seguente).

(*Continuazione*).

Pubblicazioni della Ditta G. Lavagnolo

Ing. G. Manino. - **IL CALCOLO SEMPLIFICATO DELLE CAPRIATE IN LEGNO, IN FERRO E DEI TETTI.** - II Edizione ampliata e corretta - 76 fig. - L. 7.

Ing. E. Marenco e Redazione « Il Giornale degli Elettricisti ». — **COME SI DIVENTA ELETTRICISTI.** - Originale pubblicazione dialogata fatta specialmente per i giovani che desiderano dedicarsi all'elettrotecnica e per chiunque voglia farsi un concetto ragionato e preciso delle applicazioni dell' Elettricità. - V Edizione migliorata. - 400 grandi pagine. - 260 figure. - L. 18.

Ciro Mazzei. — **PRONTUARIO DEL TECNICO ELETTRICISTA.** - IV Edizione ampliata - 85 figure - 54 tabelle - L. 8.

IL PROF. PORRETTI NELLE SUE DILETTEVOLI ESPERIENZE. — 310 facili esperimenti di: Fisica, Elettricità, Magnetismo, Chimica, Storia naturale, ecc. - 320 grandi pagine. - 300 figure e 20 tavole del pittore Gamba. - L. 15.

Ing. T. Ranaggio. — **IL CARBONE BIANCO.** - (Come si utilizza industrialmente una forza idraulica). - 70 fig., L. 6.

Redaz. « Il Giornale degli Elettricisti ». - **COSTRUZIONI ELETTRICHE PER DILETTANTI.** - III Edizione ampliata. - Insegna a costruire in piccolo — alla portata di tutti — tutte le macchine ed apparecchi elettrici ad uso dei Dilettanti - 140 figure - L. 7.

Redaz. « Il Giornale dei Meccanici ». — **L'AUTOMOBILE D'OGGI.** - (In garage, in marcia, in panne). - II Edizione - 72 figure - L. 5.

Redaz. « Il Giornale degli Elettricisti ». - **LE FRODI NEI CONTATORI ELETTRICI.** - (Come si misura l'energia - Come si ruba - Come si scopre la frode - Come viene punita). - 77 figure - L. 7.

G. Rippo. — **IL MEMORANDUM DELL'ELETTRICISTA.** - VI Edizione, formato da portafoglio (cm. 8 ½ × 12) - L. 5.

Dott. Prof. G. Salomone. — **RICETTE E PROCESSI PER IL MECCANICO E L'ELETTRICISTA.** - L. 9.

Cav. Sartorio G. S. — **IL MANUALE DEL LATTONIERE.** - Manuale Teorico-Pratico con nozioni di lavori inerenti alle Costruzioni Edili come posa di canali, gronde e coperture metalliche in tutte le loro applicazioni. - 400 fig., 41 tab. - L. 10.

Ing. T. Silva. — **LA TECNICA COSTRUTTIVA DEGLI AEROPLANI.** - 160 figure - L. 10.

Prof. A. Testori. — **IL GAS. - Come si deve bruciare il gas.** - Nozioni teorico pratiche sulla costruzione, regolazione, installazione e condotta dei bruciatori a gas. - 57 figure. - L. 7.

Ing. G. They. — **Manuale teorico-pratico di SALDATURA AUTOGENA.** - Taglio dei Metalli coll'ossigeno e cenni sul processo alluminotermico. - III Edizione 93 figure - L. 6.

LIBRI (Edizione antecedente al 1922).

Ing. G. They. — **LA FRESA.** - III Ediz. - 187 figure - L. 7.

C. Fontana. — **MACCHINE A VAPORE ROTATIVE.** - Storia critica. - Invenzioni e studi. - 73 figure - L. 6.

Prof. I. Hannover. — **TECNOLOGIA SPERIMENTALE.** - 36 figure - L. 2.

Ing. G. They. — **LA LAVORAZIONE RAZIONALE DI ELEMENTI DI MACCHINE.** - II Edizione - 351 figure - L. 7.

U. Verona. — **IL MANUALE DEL FORNAIO.** - II Edizione - L. 5.

Ad ogni ordinazione di libri, aggiungere L. 1 per spese di spedizione raccomandata.
Le spedizioni contro assegno saranno invece gravate di L. 1,50 in più.
Commissioni all'Editore: G. LAVAGNOLO - *Via Gioberti, 14 - Torino.*

Chi desidera essere tenuto periodicamente al corrente delle nostre nuove pubblicazioni, non ha che da farci avere, in Via Gioberti, 14 - Torino, il proprio indirizzo.